



COMPOSITES  
UNITED

**WEST**

HERZLICH WILLKOMMEN

ZUM FÜNFZEHTEN JOUR FIXE AM 20.02.23

**„ROSENMTAGSAUSGABE: COMPOSITES-SLAM“**

# 15. Jour Fixe am 20. Februar 2023 – Programm

**Einführung:** Dr. Heinz Kolz, CU West des Composites United e.V.

Dr. David May, Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe

1. **Integralschäume – Von Brot und Knochen für den Leichtbau lernen** (Maximilian Salmins)
2. **Strömungssimulation in Verbundwerkstoffen – Was wusste Vincent van Gogh?** (Tim Schmidt)
3. **Krumme Dinger – Composites mit Memory Metallen lassen die Muskeln spielen** (Max Kaiser)
4. **Der Mensch und die zerstörungsfreie Prüfung** (Benedikt Boos)
5. **Self-cremating satellite with innovative sailing device** (Esha)
6. **Das faszinierende Potenzial des 4D-Drucks: Von intelligenten Materialien bis zu sich selbst organisierenden Strukturen** (Manuel Kunzler)

**Teilnehmerabstimmung**

**Preisverleihung**

**Gespräch mit den Wettbewerbsteilnehmern**

# Rosenmontags – Science Slam

20.02.2023



Leibniz-Institut für  
Verbundwerkstoffe

- Mgstl. allgemeinverständlich und unterhaltsam
- Max. 7 min Vortrag
- Keine Fragen
- 6 Teilnehmer, Reihenfolge ausgelost
- Anschließend: Abstimmung und Preisverleihung



# Thermoplastische Integralschäume Von Brot und Knochen lernen



Leibniz-Institut für  
Verbundwerkstoffe

20.02.2023

15. CU Jour Fixe: Composites-Slam

Maximilian Salmins

Zelluläre Materialien werden für verschiedenste Anwendungen eingesetzt

2-Dimensionale Zellstrukturen

Bienenwaben



3-Dimensionale Zellstrukturen

offenzellig

Küchenschwamm



geschlossenzellig

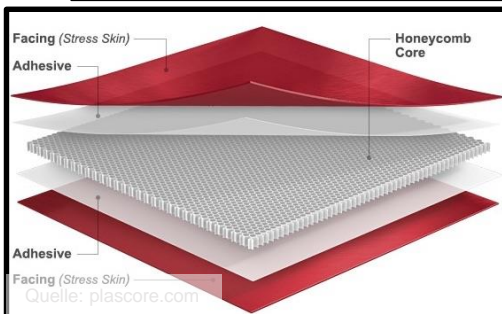
Getränkebecher



Fahradhelm



Sandwichpanel mit diversen Kernen



Knochen



Brot



Integralschaum



Schäume und schaumartige Strukturen werden mithilfe von Treibmitteln hergestellt

Brotteig



Aufgegangener Brotteig



Brot im Backofen

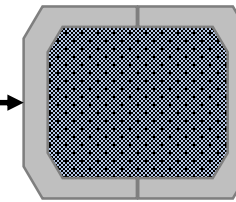
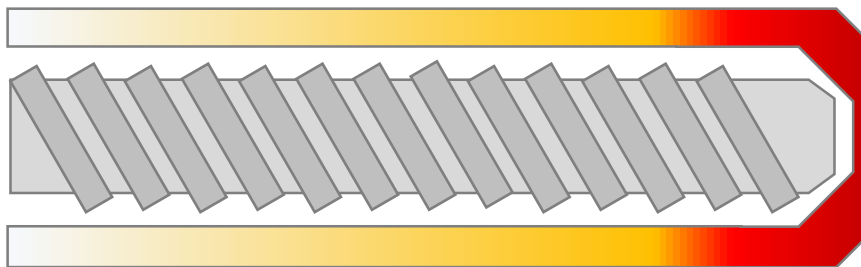


Brot

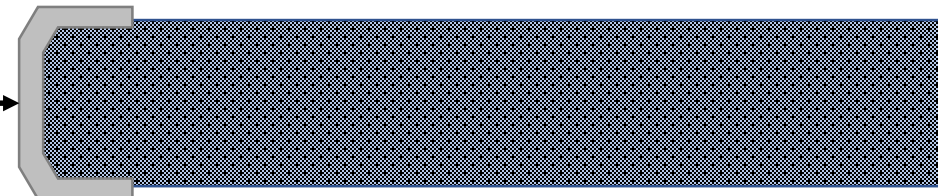


Polymerschaum im Formwerkzeug

Extruder mit Polymer und Treibmittel



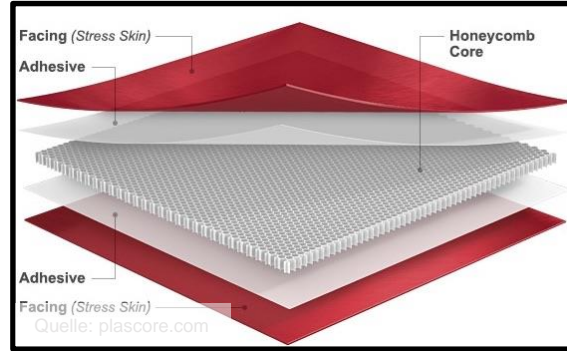
Polymerschaum als flächiges Halbzeug





Thermoplastische Schäume können zu einem Integralschaum mit Sandwichstruktur verarbeitet werden

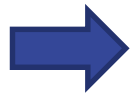
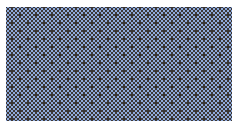
Sandwichpanel



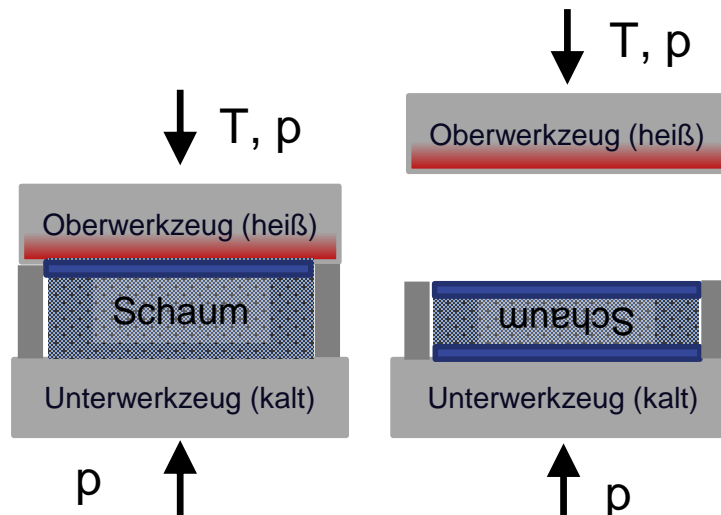
Integralschaum



Thermoplastischer  
Schaum



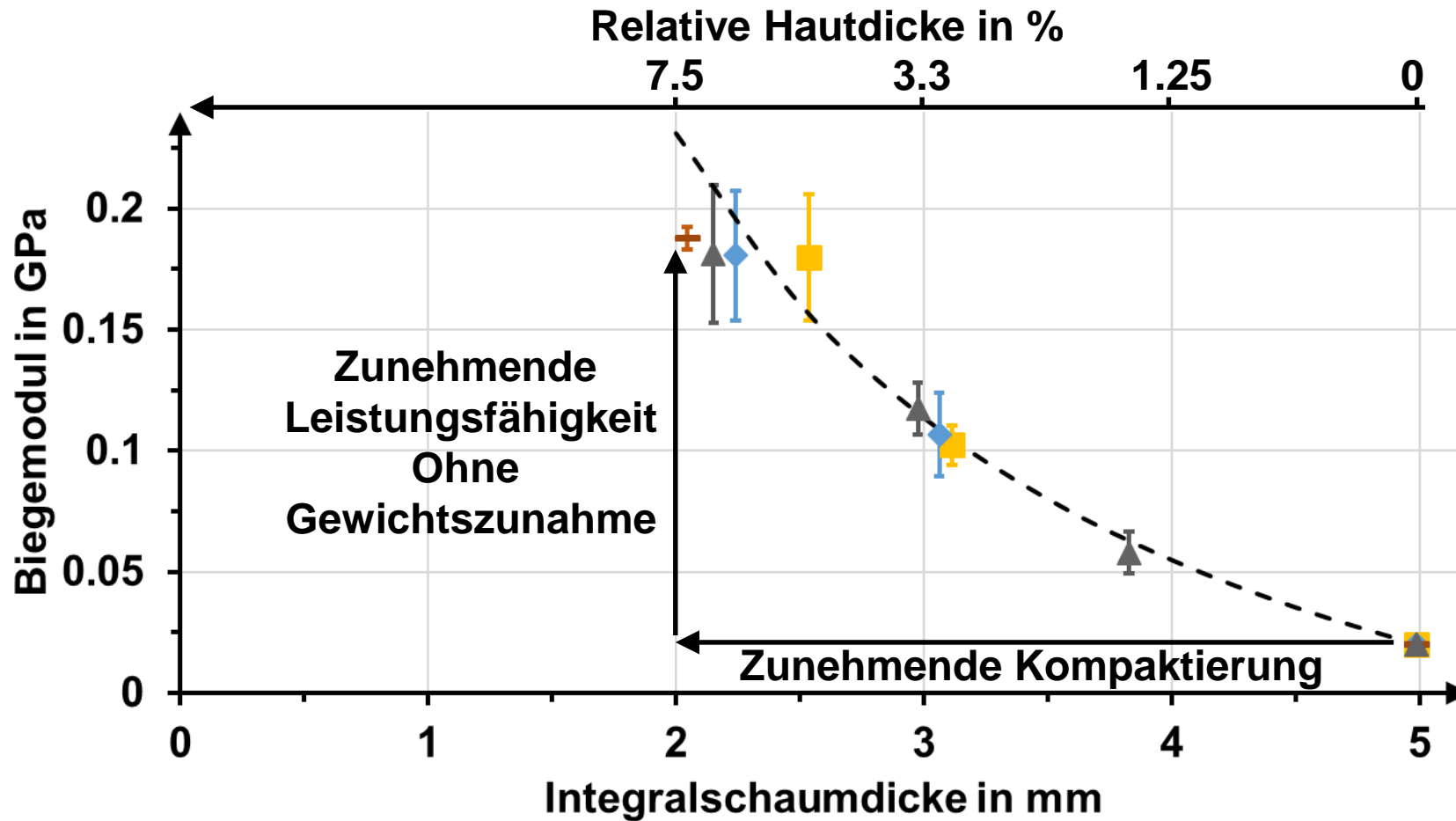
Verhautung der Schaumoberfläche



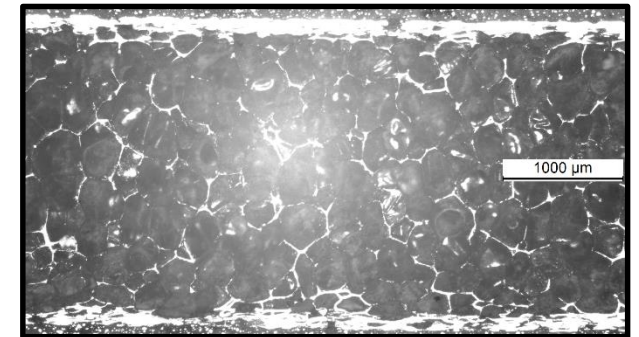
Thermoplastischer Integralschaum



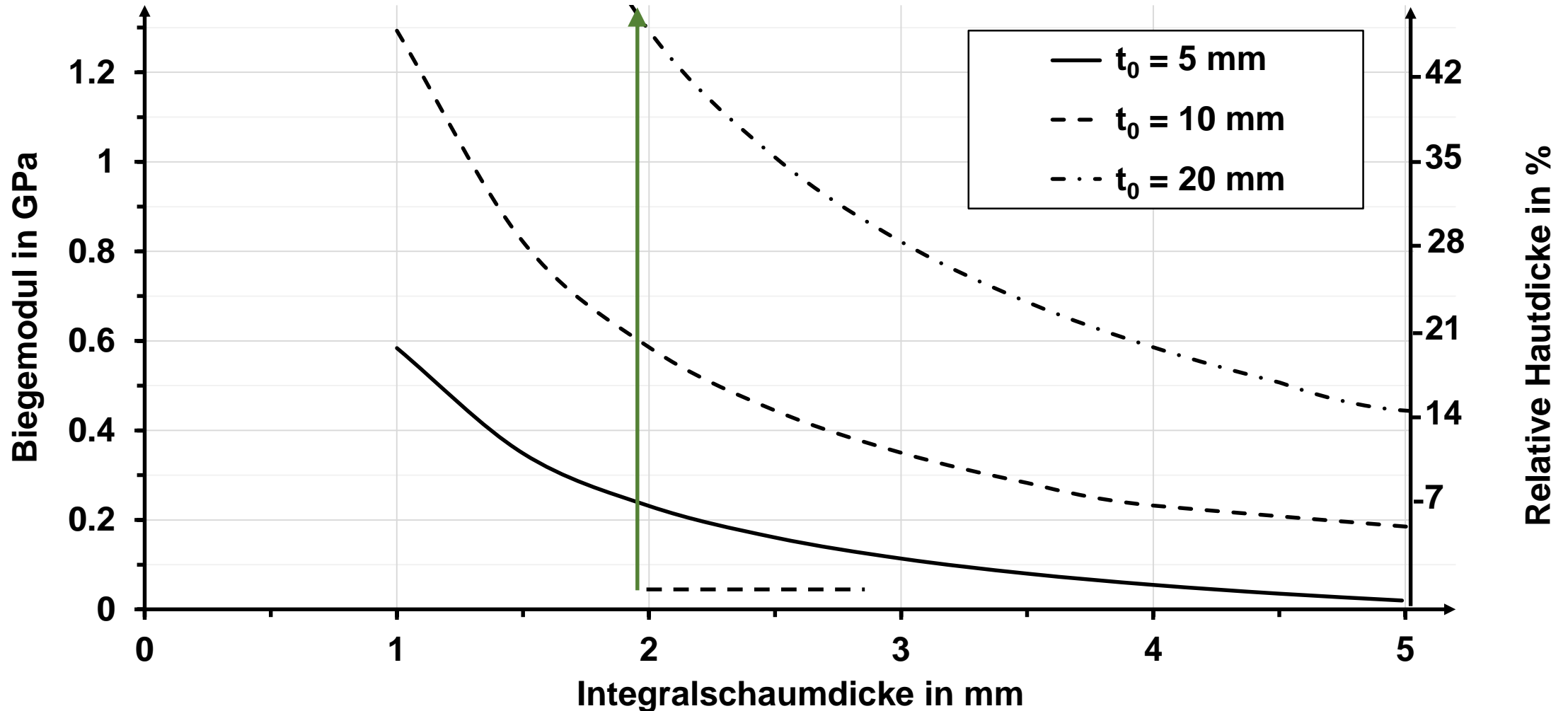
Die Transformation zu Integralschäumen erhöht die mechanische Leistungsfähigkeit



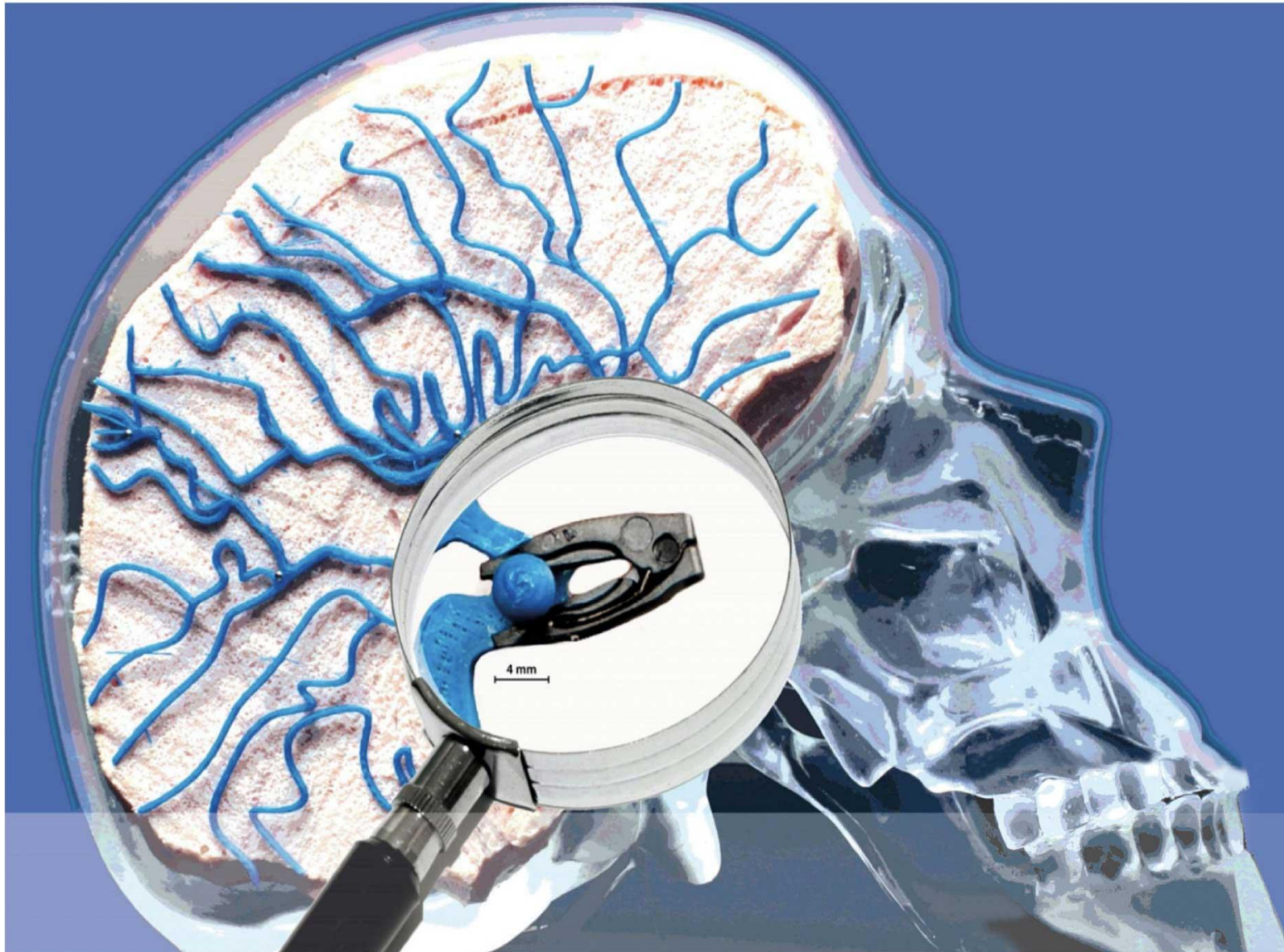
Thermoplastischer Integralschaum im Querschnitt



Die Transformation zu Integralschäumen erhöht die mechanische Leistungsfähigkeit







© IVW

This document is confidential. The information contained is the property of the institute.

This document may only be reproduced or disclosed to other parties with the consent of Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH. Transmission or disclosure does not constitute any intellectual property rights. The information contained does not constitute an offer.

Composite Aneurysm Clip

## Strömungssimulation in Verbundwerkstoffen

→ Was wusste Vincent van Gogh?

„Rosenmontagsausgabe:  
Composites-Slam“ am 20.02.2023

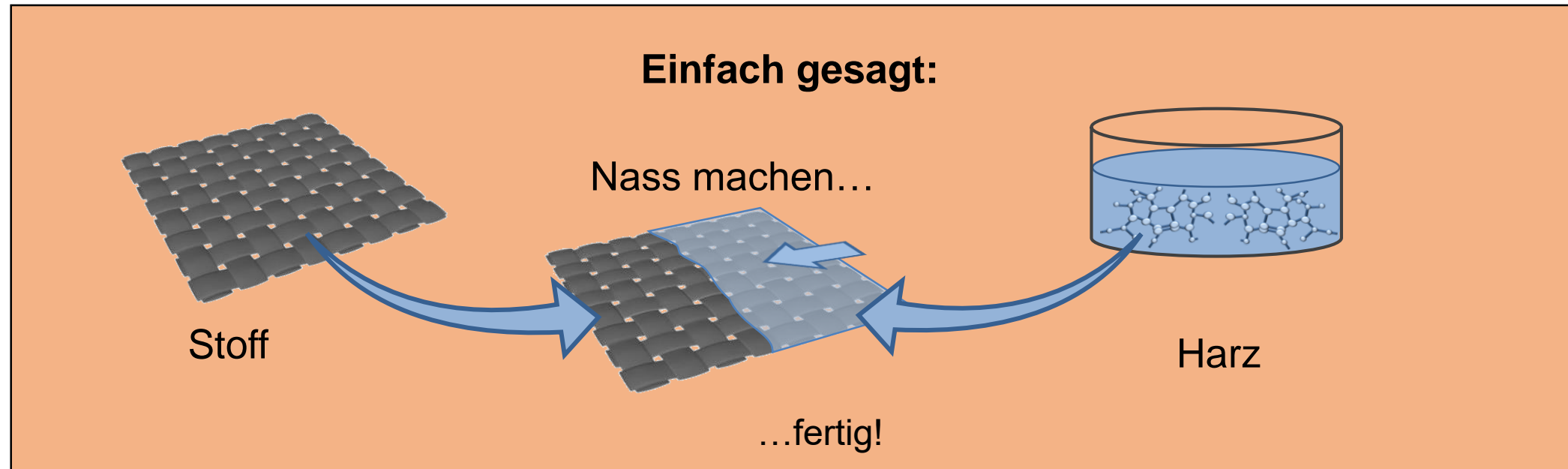
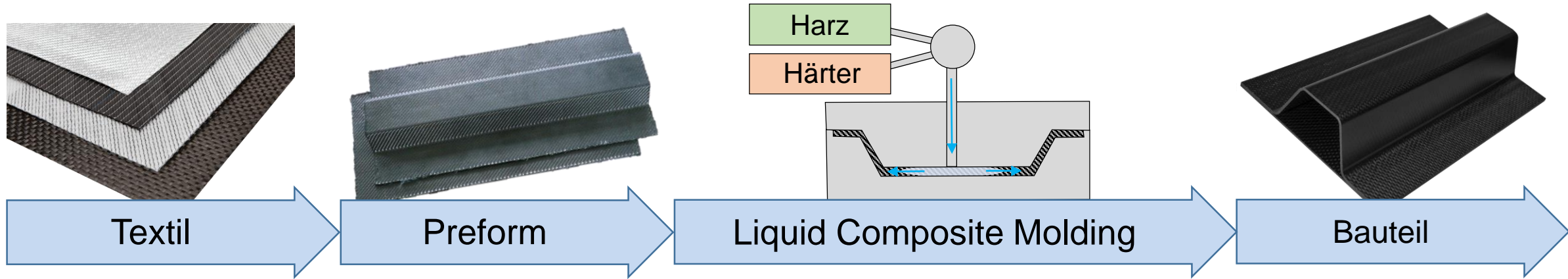
Vincent van Gogh



Leibniz-Institut für  
Verbundwerkstoffe



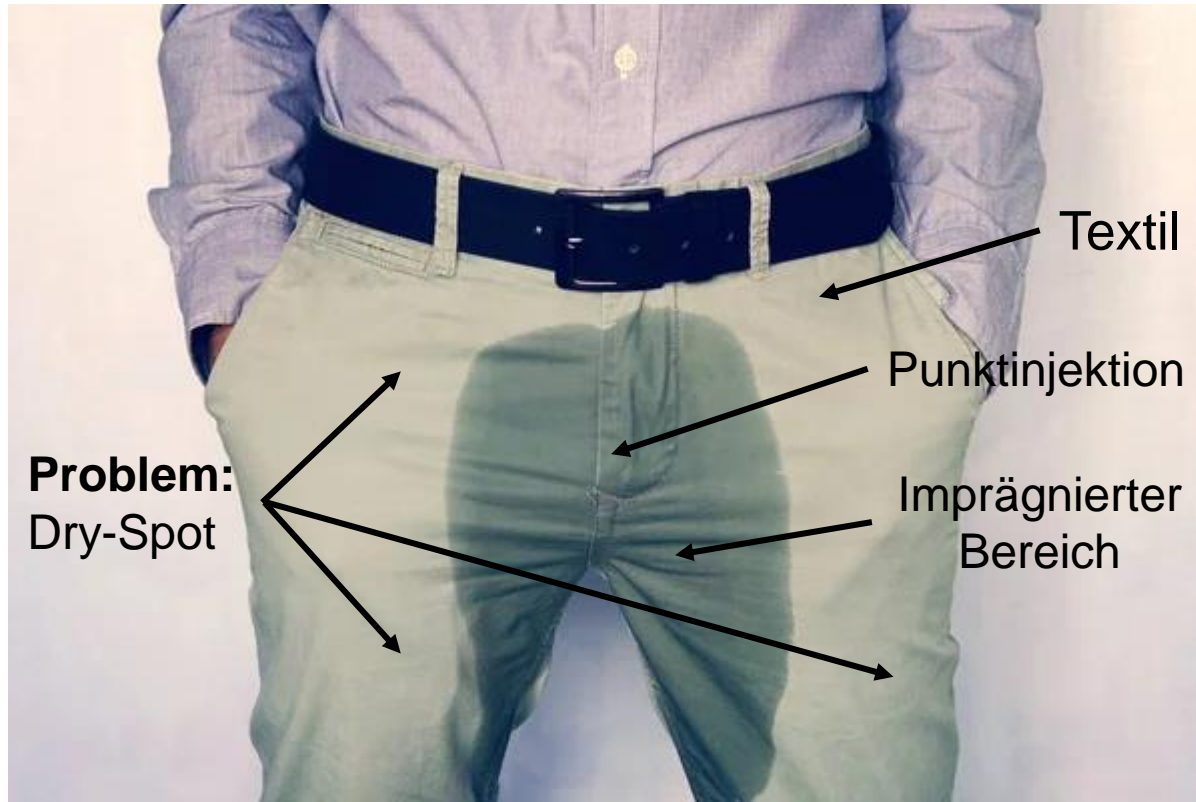
## Liquid Composite Molding Prozess





So einfach ist das aber nicht...

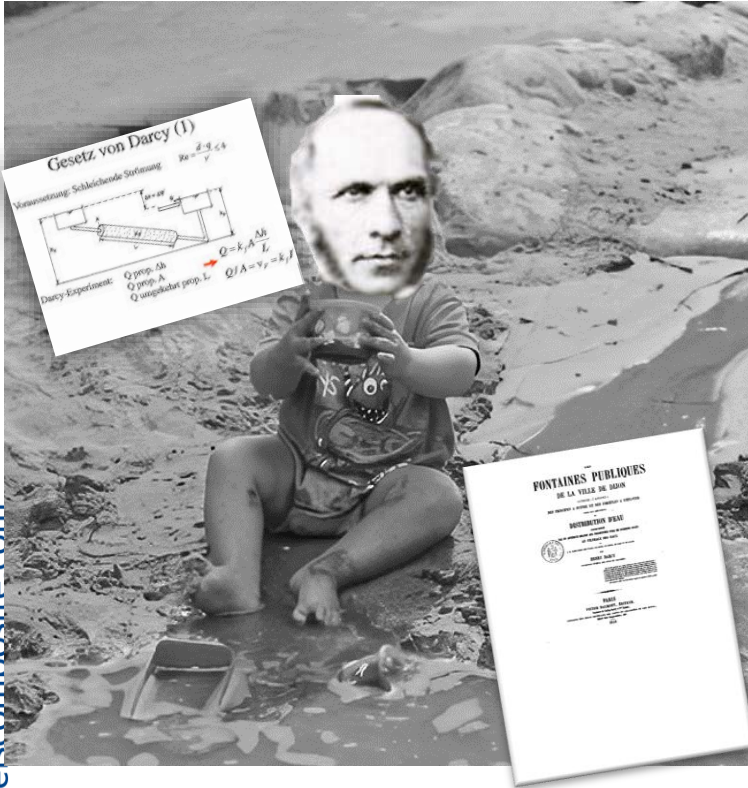
**Lösung: Füllsimulationen**  
➔ weitere Injektionspunkte ermitteln



Für die Füllsimulationen werden Permeabilitätswerte als Input benötigt

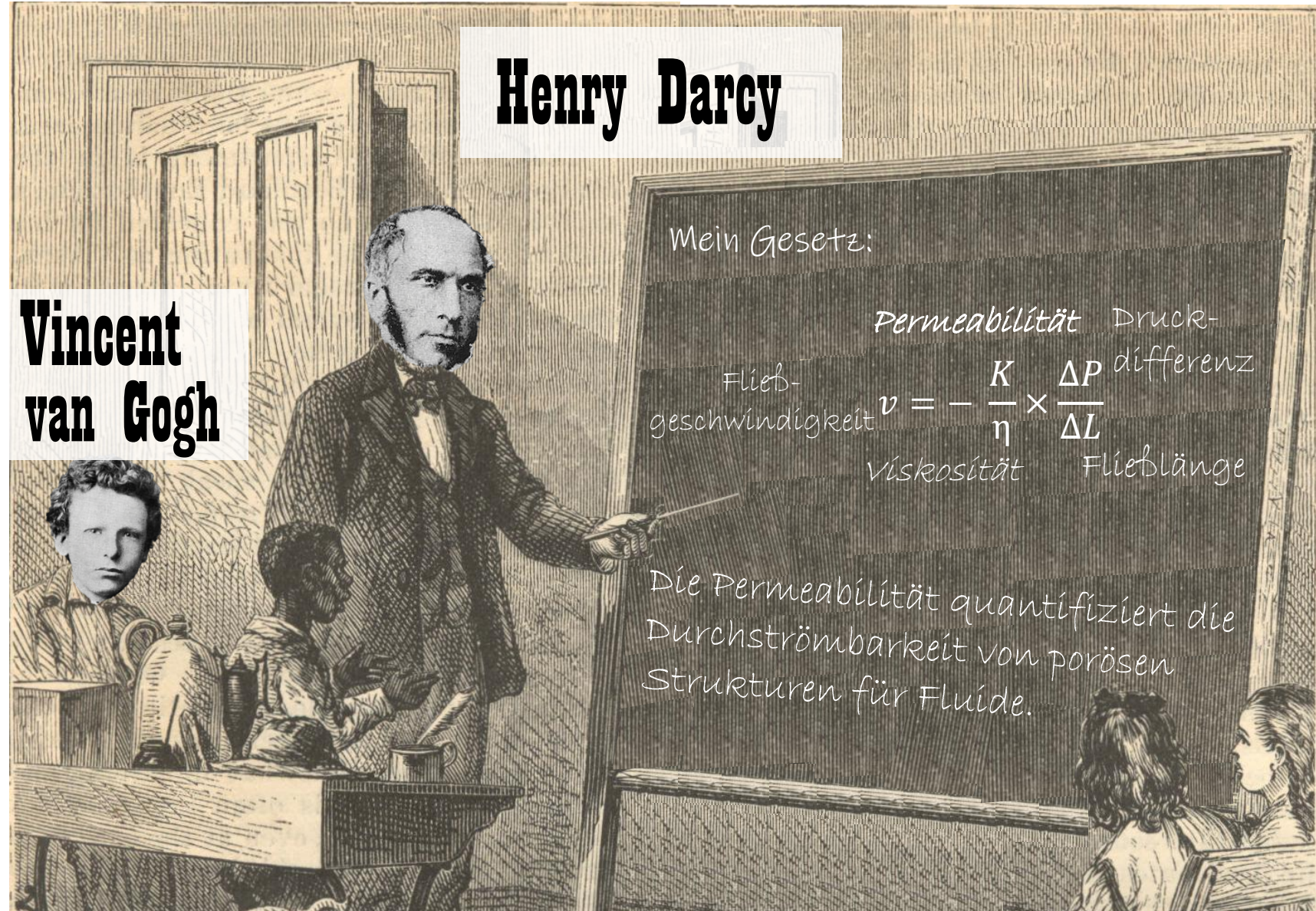


## Henry Darcy



Gesetz von Darcy für Sand-Kies-Gemische entwickelt und bereits 1856 veröffentlicht

## Vincent van Gogh





## Reales vs. virtuelles Experiment

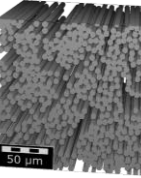
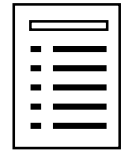
Reales Experiment	Virtuelles Experiment
Material	Strukturmodell des Materials
Fluid	Fluideigenschaften
Prozesseinstellungen	Prozessparameter

- ohne vom Schreibtischstuhl aufzustehen
- ohne Müll
- ohne sich die Hände schmutzig zu machen
- und mit schönen Bildern!

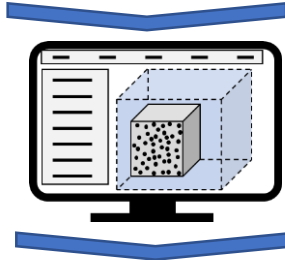
## Permeabilitätsermittlung

Input

Fluideigenschaften,  
Prozessparameter &  
Strukturmodell

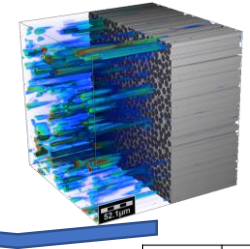


Numerische  
Berechnung



Output

Strömungsfeld



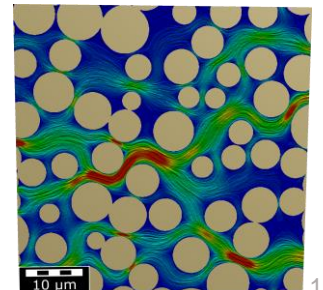
Ergebnis /  
Postprocessing

Permeabilitätstensor

$K_{11}$	$K_{12}$	$K_{13}$
$K_{21}$	$K_{22}$	$K_{23}$
$K_{31}$	$K_{32}$	$K_{33}$

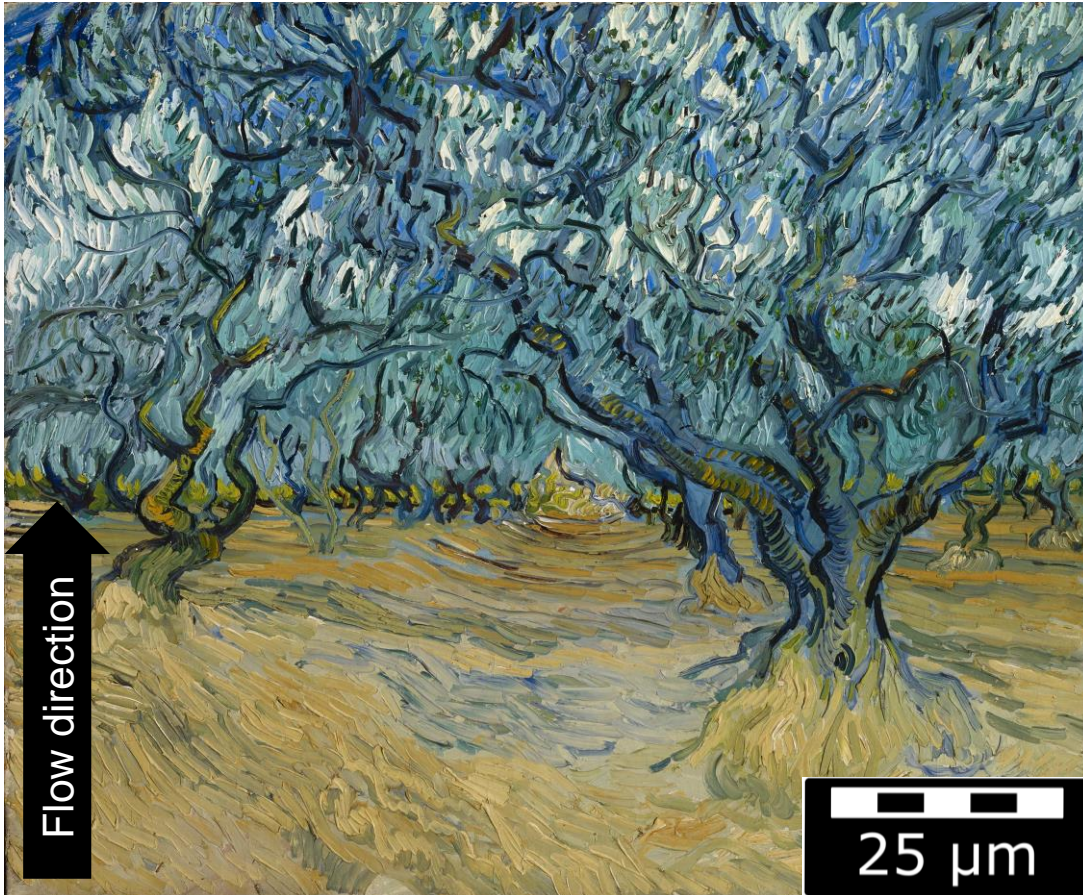
+

Schöne Bilder



Vincent van Gogh





Dickenimprägung in eine Wirrfasermatte

(...leicht mit einem Wald zu verwechseln)

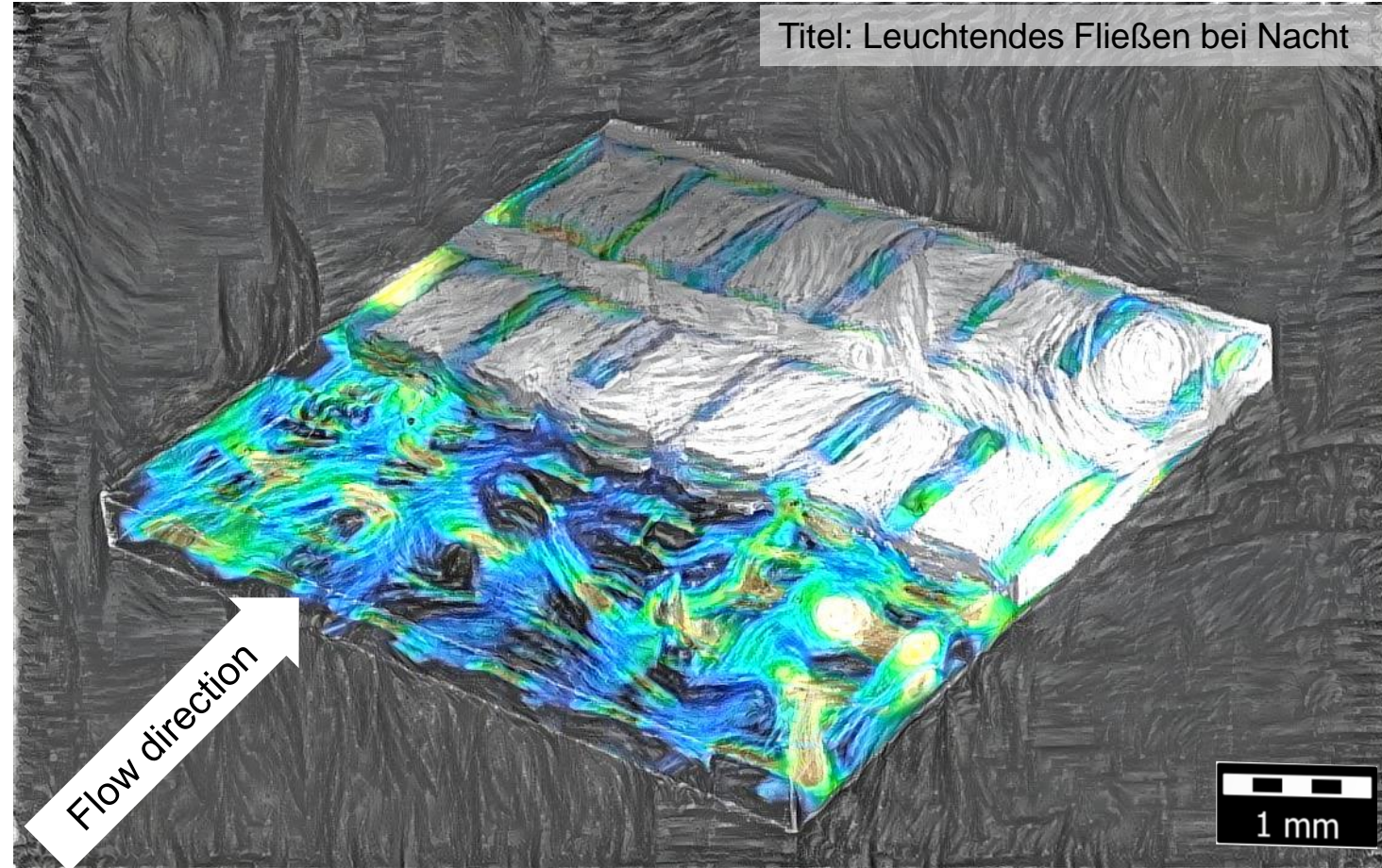
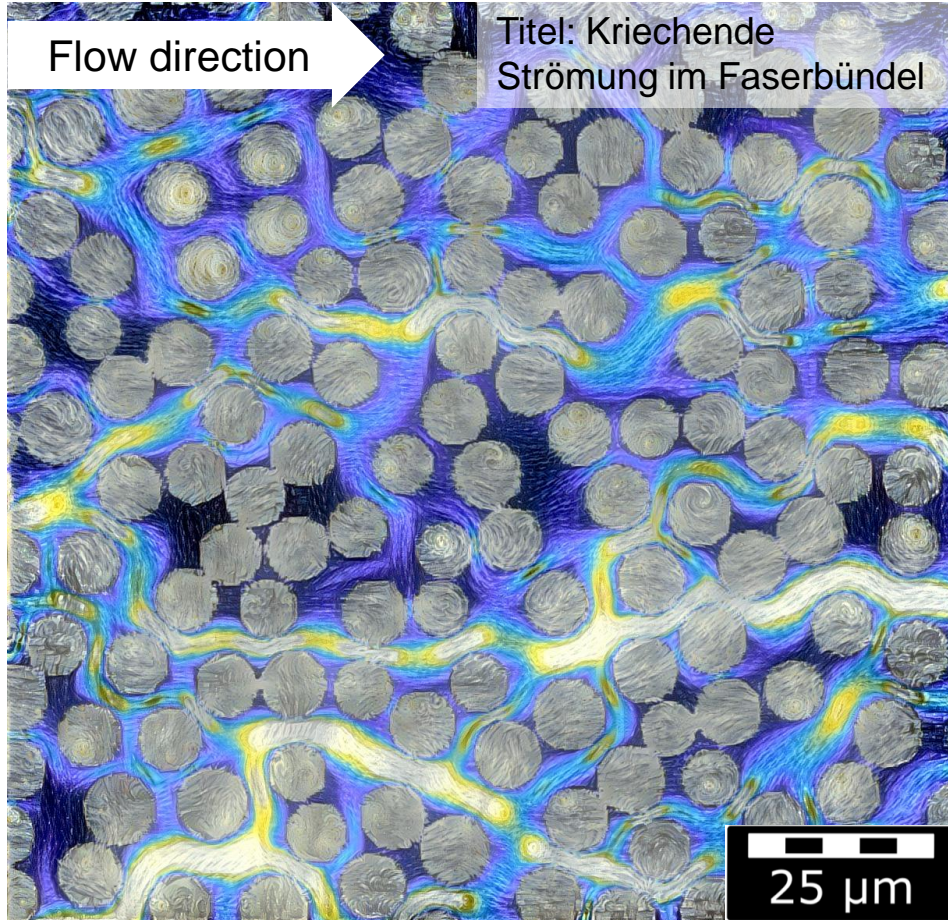


Künstlerische Freiheit oder er hatte keinen Bock mehr auf Streamlines

Turbulente Strömung auf der Mikroebene

(Fälschlicherweise wurde das Bild Sternen Nacht genannt)

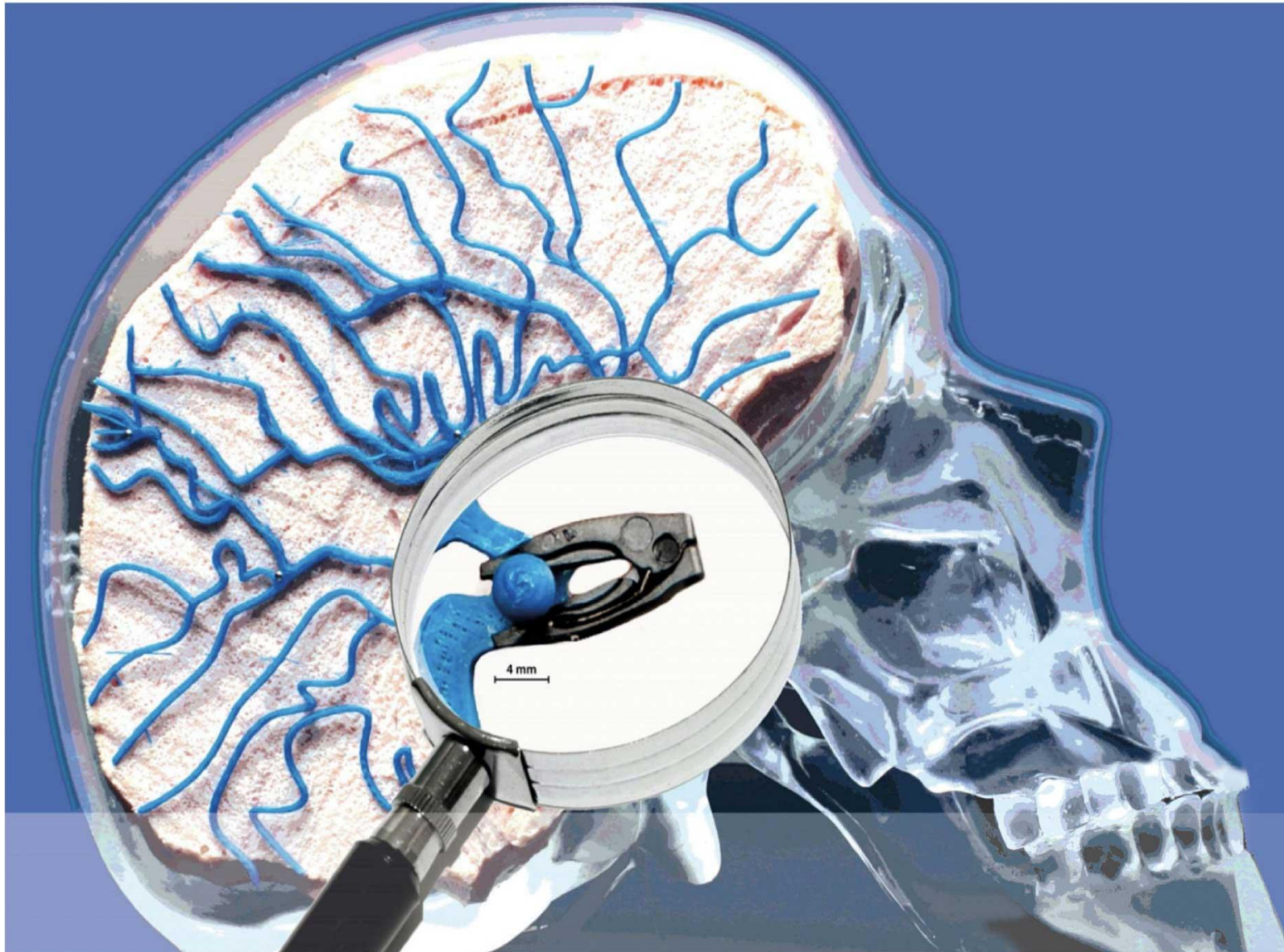




## Herausforderungen damals wie heute:

- Manchmal dauert es lang bis so ein Kunstwerk fertig ist
- Enorm viele Methoden, keine Standards, jeder Anfänger bekommt irgendwie ein Ergebnis und bunte Bilder
- Vorurteil: Schöne Bilder, aber den Ergebnissen vertraut man nicht





© IVW

This document is confidential. The information contained is the property of the institute.

This document may only be reproduced or disclosed to other parties with the consent of Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH. Transmission or disclosure does not constitute any intellectual property rights. The information contained does not constitute an offer.

Composite Aneurysm Clip

# Krumme Dinger – Composites mit Memory Metallen lassen die Muskeln spielen



Leibniz-Institut für  
Verbundwerkstoffe

Max Kaiser

15. Jour Fixe von CU, CU West u. Leibniz-Institut  
für Verbundwerkstoffe:

„Rosenmontagsausgabe: Composites-Slam“

# Hybride Verbundwerkstoffe mit Formgedächtnislegierungen (SMAHCs) zählen zu den multifunktionalen Materialien mit aktorischem Potential.

# Hybride Verbundwerkstoffe mit Formgedächtnislegierungen (SMAHCs) zählen zu den multifunktionalen Materialien mit aktorischem Potential.



## Elektrischer Motor

Elektrische Energie



<https://stablediffusionweb.com/>



Mechanische Energie

## Muskel

Chemische Energie



Bild von [daniel64](#) auf [Pixabay](#)



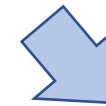
Mechanische Energie

## Bimetall

Thermische Energie



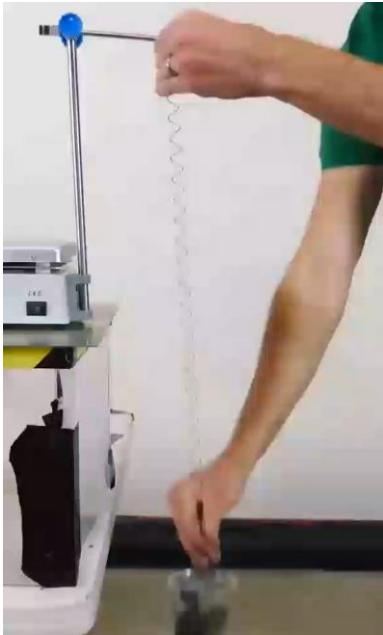
Bild von [cvsajcer](#) auf [Pixabay](#)



Mechanische Energie

**Shape Memory Alloy + Substrat = SMAHC**

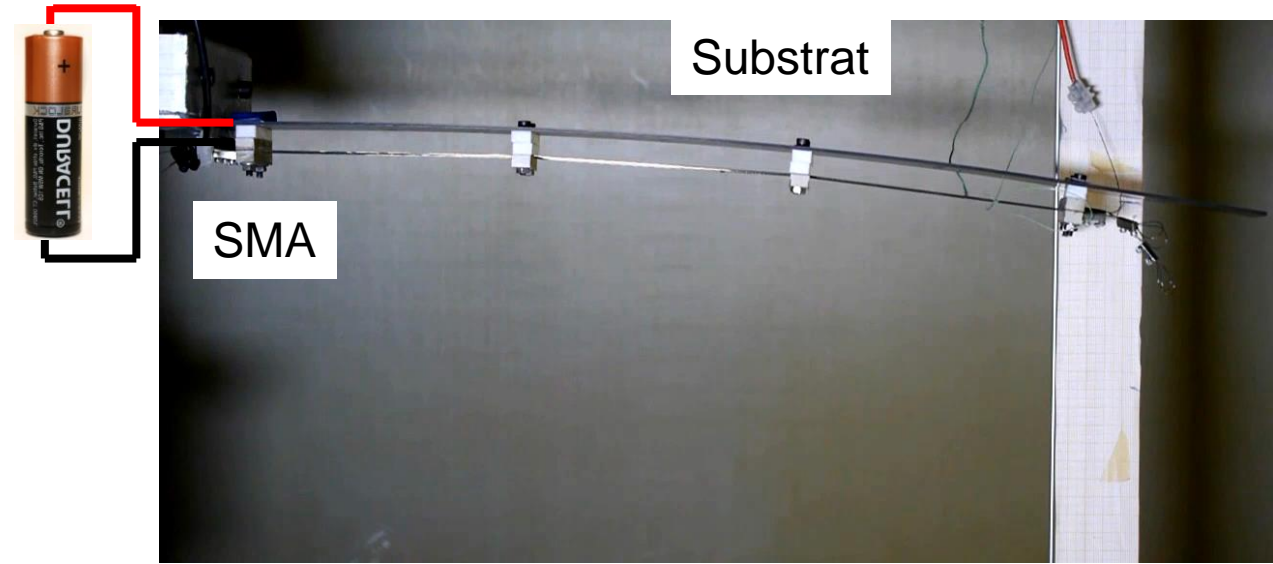
Thermische Energie



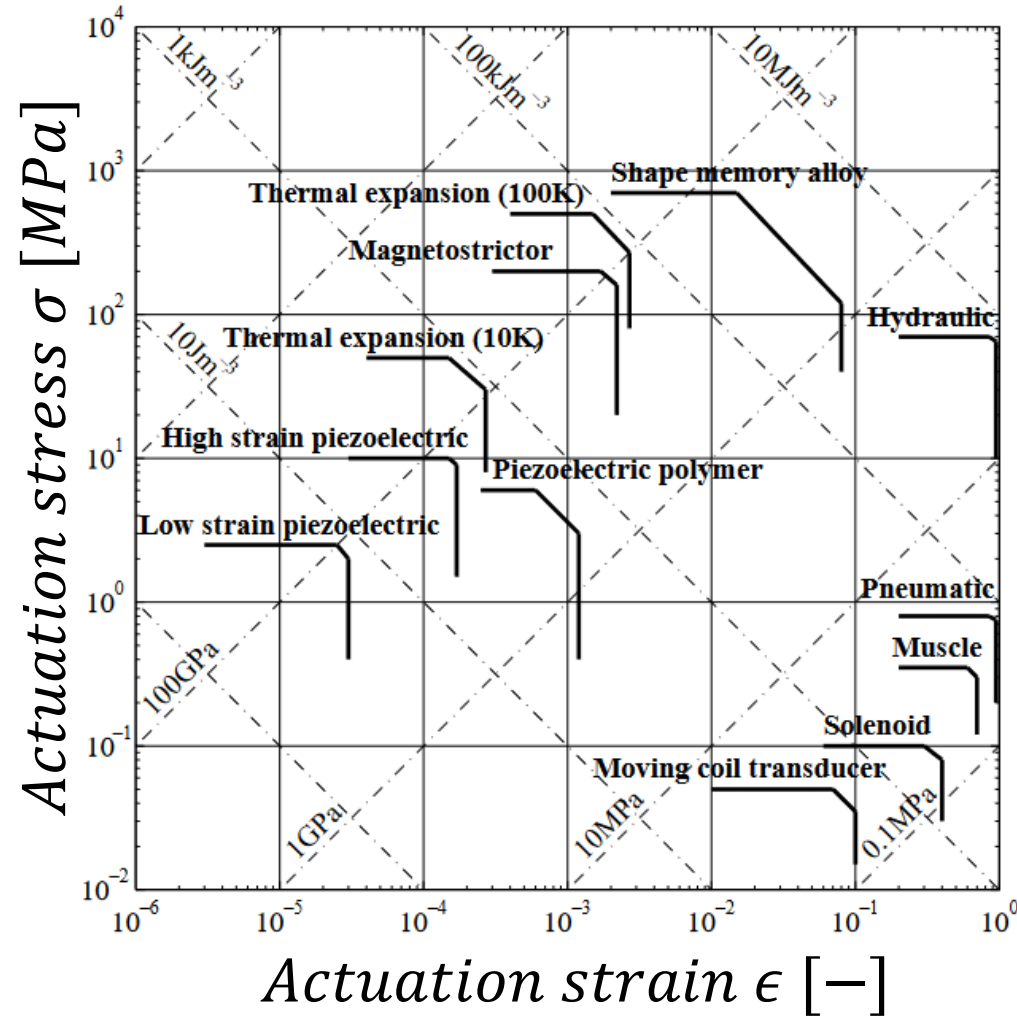
<https://www.youtube.com/shorts/HJUI5JYeLCM>



Mechanische Energie



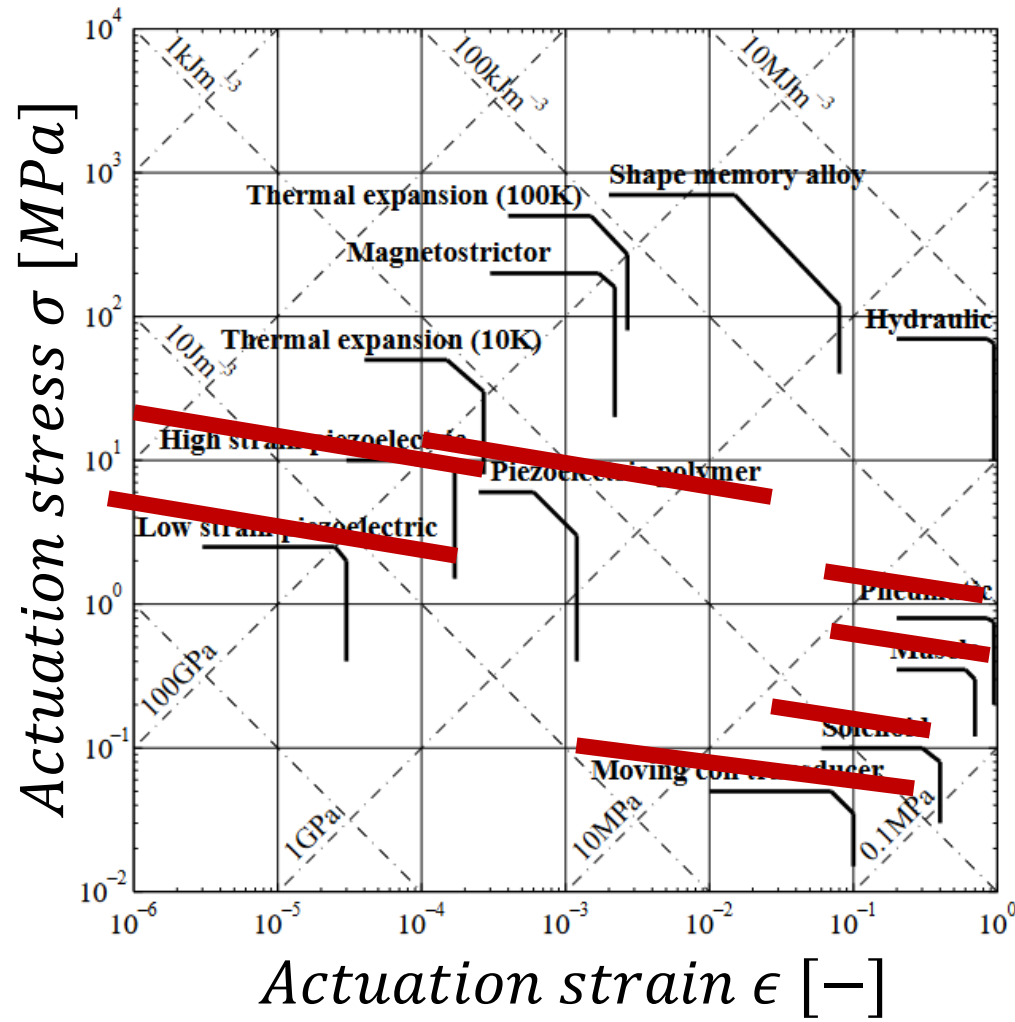
**Krumme Dinger**



Zu schwach!



Bild von [Petra](#) auf [Pixabay](#)





Zu schwach!

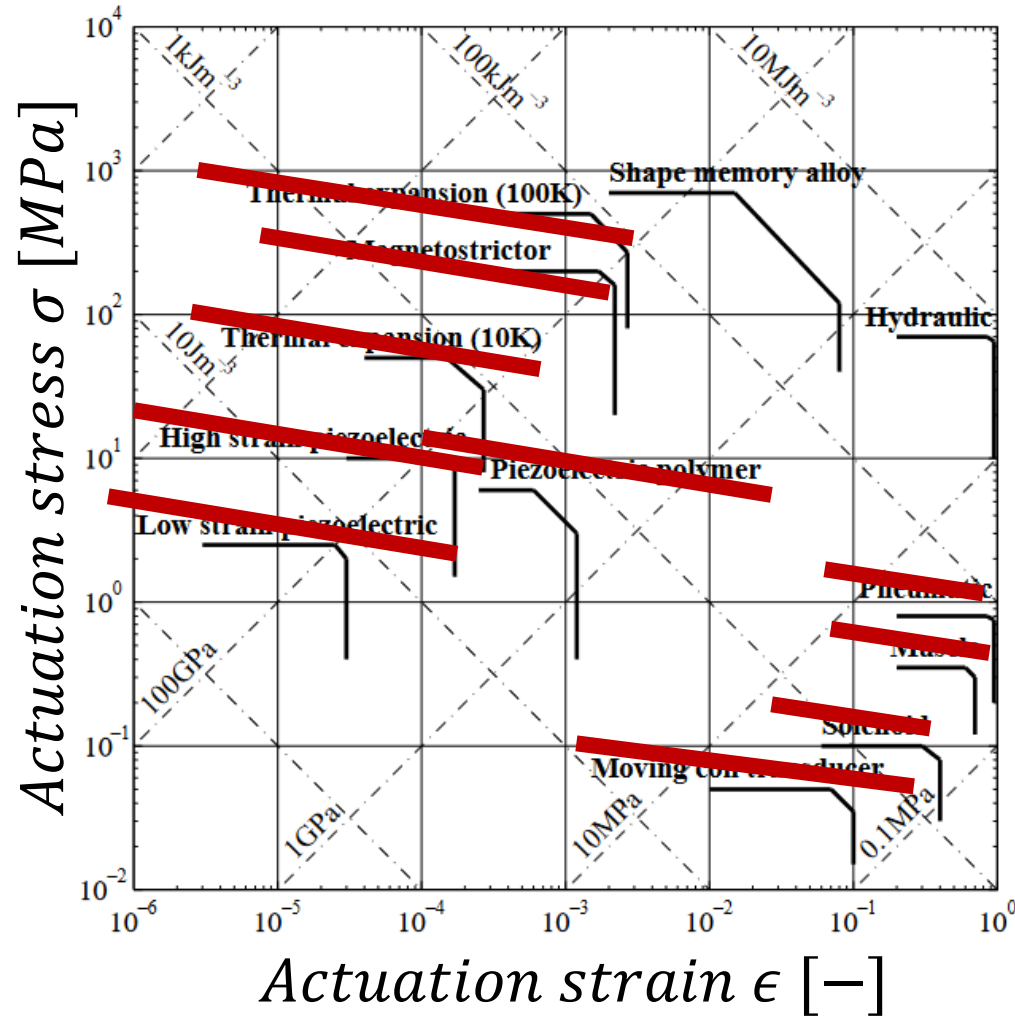


Bild von [Petra](#) auf [Pixabay](#)

Zu geringe Dehnung!



<https://www.facebook.com/TRexShortArms/>



J. E. Huber, et. al, „The selection of mechanical actuators based on performance indices“, Okt. 1997, doi: [10.1098/rspa.1997.0117](https://doi.org/10.1098/rspa.1997.0117).

**Zu schwach!**

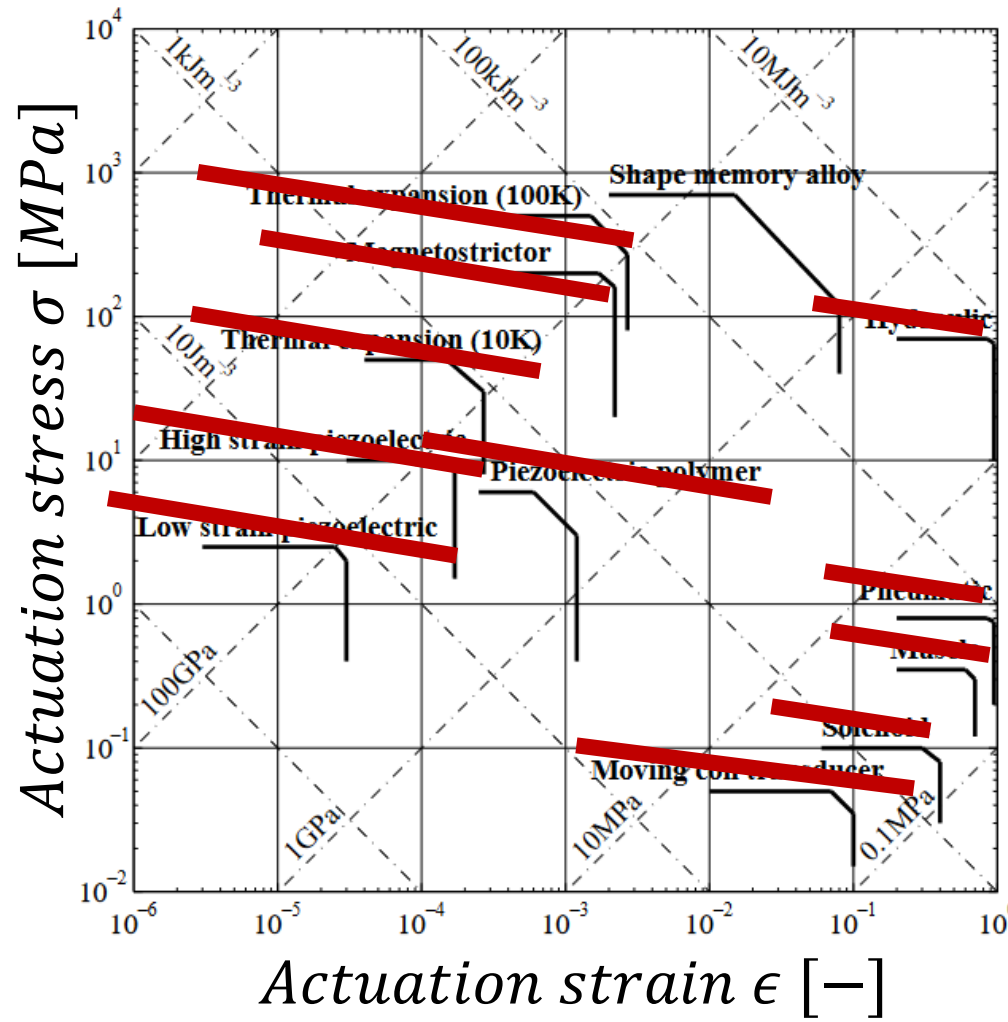


Bild von [Petra](#) auf [Pixabay](#)

**Zu geringe Dehnung!**



<https://www.facebook.com/TRexShortArms/>



**Hoher peripherer Aufwand!**



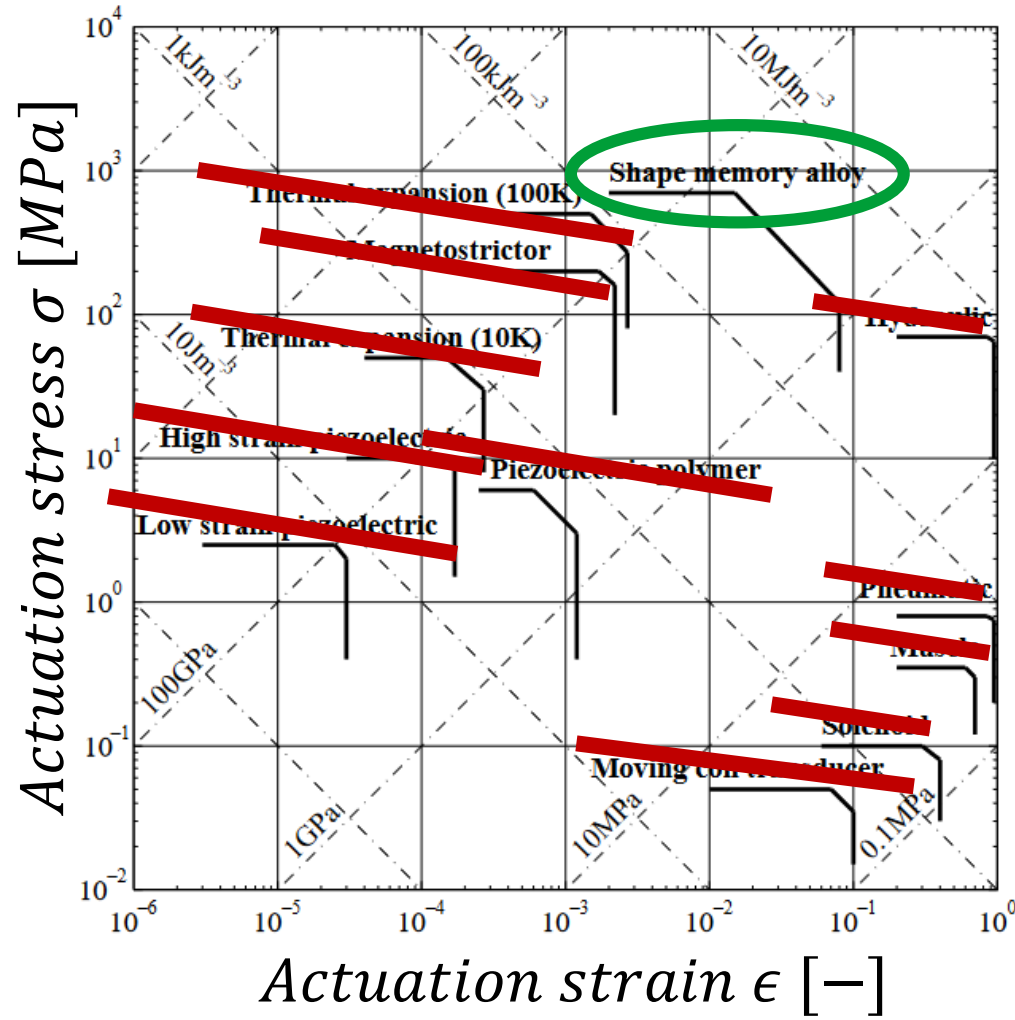
Bild von [Tumisu](#) auf [Pixabay](#)



Zu schwach!



Bild von Petra auf Pixabay



Hoher peripherer Aufwand!



Bild von Tumisu auf Pixabay

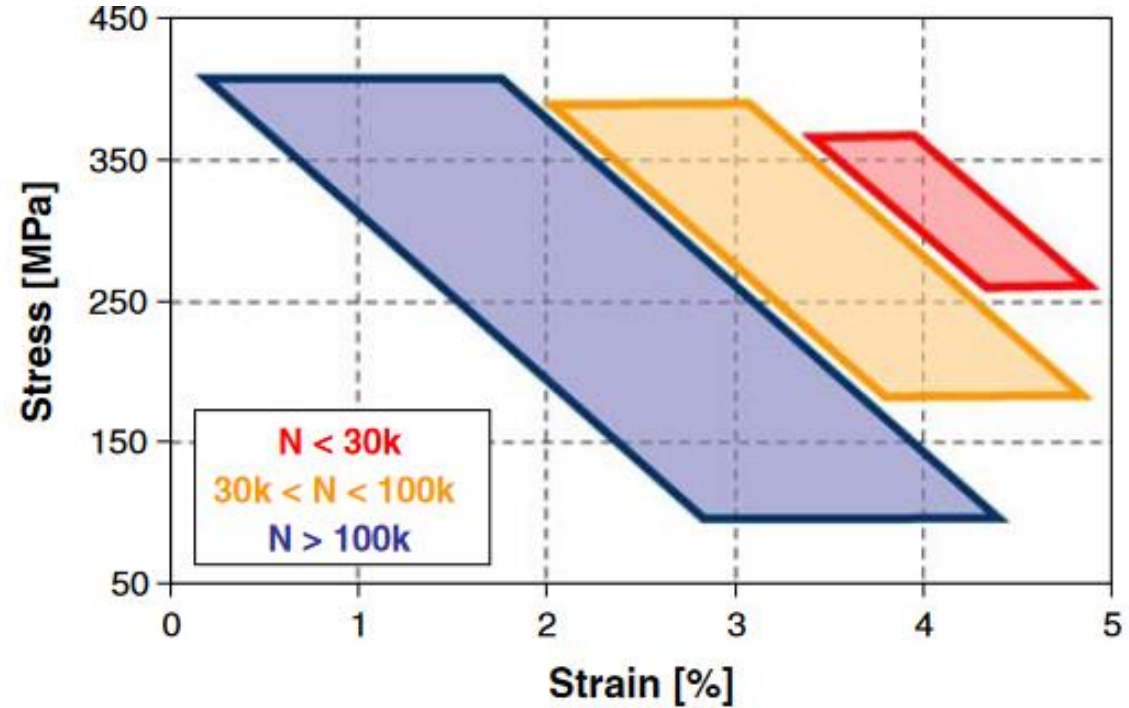
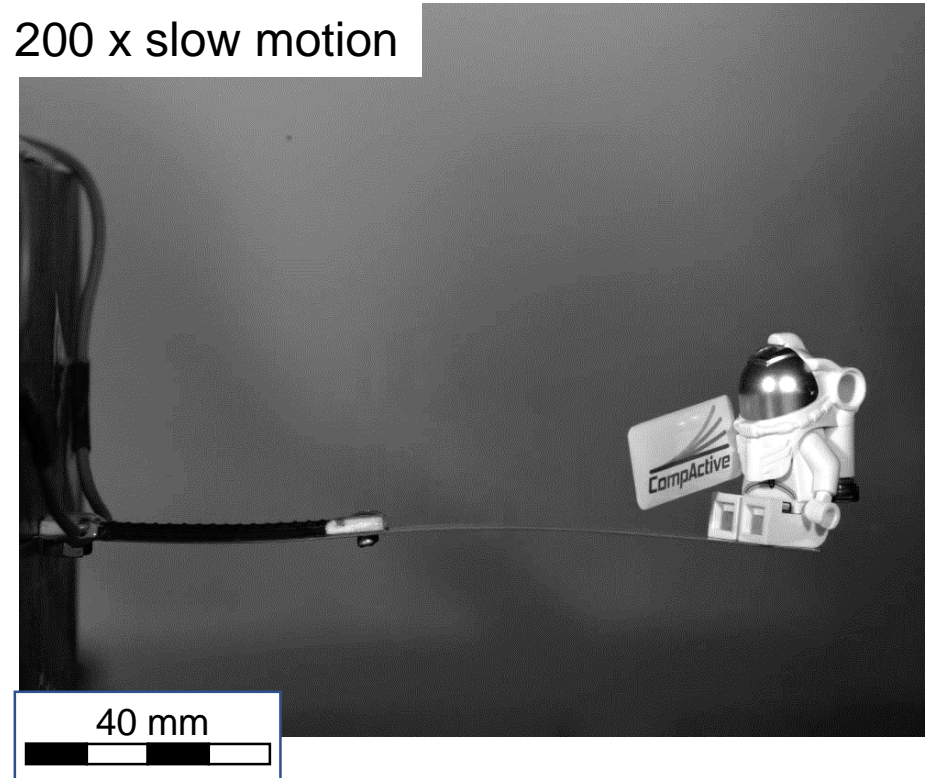


<https://labs.openai.com/e/T4eW68IKUX1ivP9Zq4OEklbc/OmGrfHE4QShemL51VJmclTjJ>

J. E. Huber, et. al, „The selection of mechanical actuators based on performance indices“, Okt. 1997, doi: [10.1098/rspa.1997.0117](https://doi.org/10.1098/rspa.1997.0117).

Können für hochdynamische ...

... und zyklische Anwendungen genutzt werden.



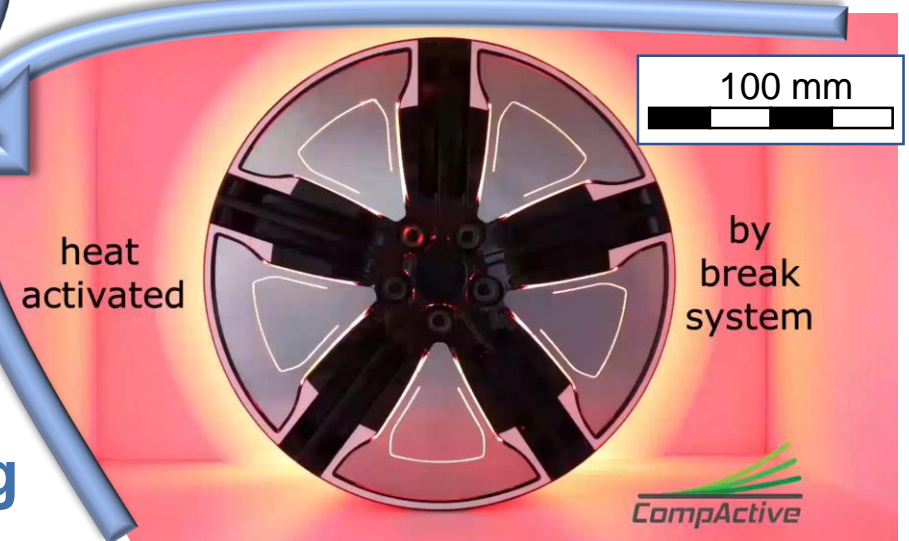
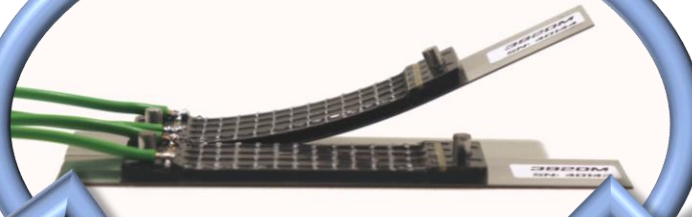
<https://compactive.de/>





Morphende Profilhinterkante

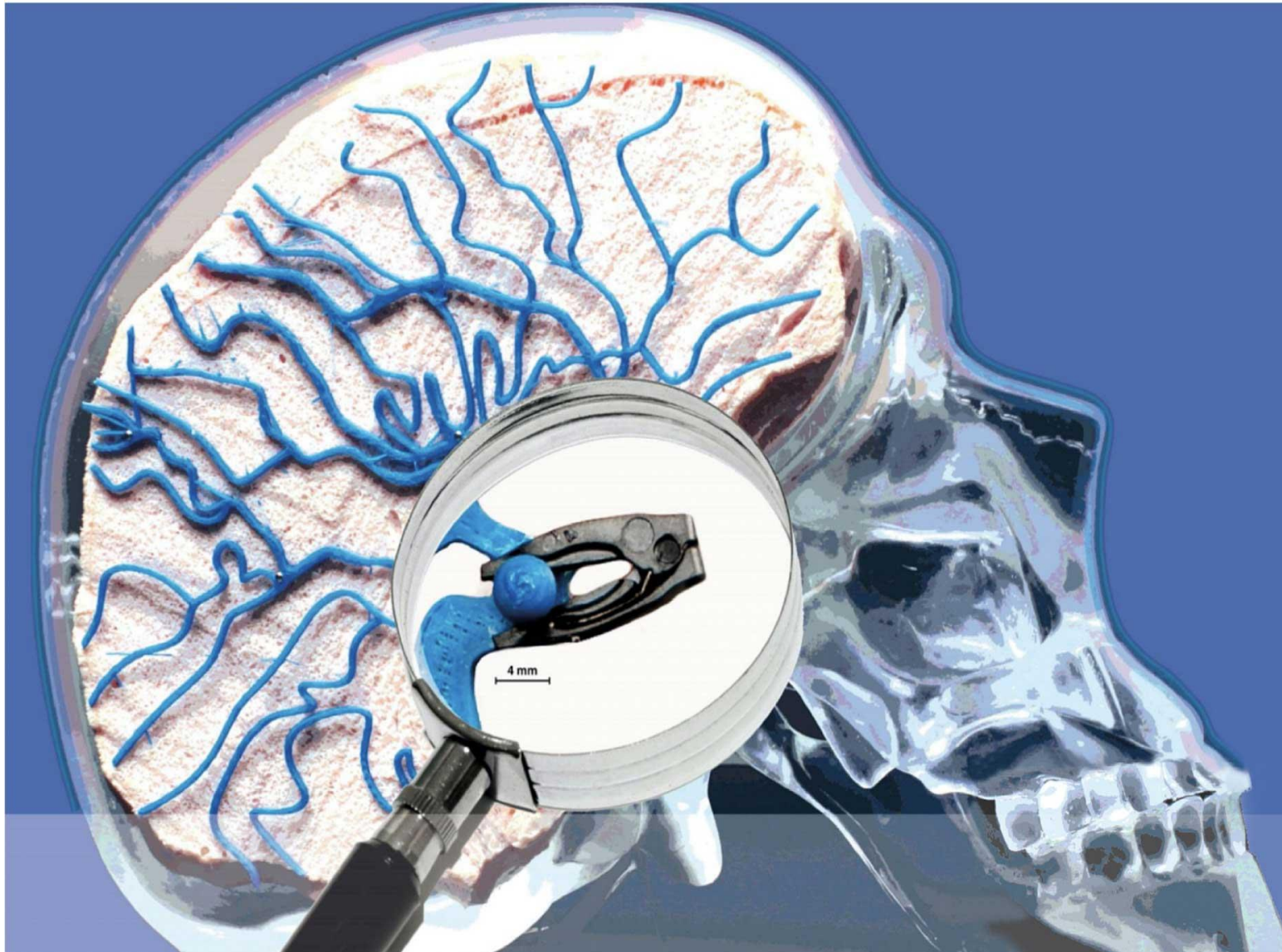
Adaptive Vortexgeneratoren



Smarte Belüftung

# Hybride Verbundwerkstoffe mit Formgedächtnislegierungen (SMAHCs) zählen zu den multifunktionalen Materialien mit aktorischem Potential.





© IVW

This document is confidential. The information contained is the property of the institute.

This document may only be reproduced or disclosed to other parties with the consent of Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH. Transmission or disclosure does not constitute any intellectual property rights. The information contained does not constitute an offer.

Composite Aneurysm Clip

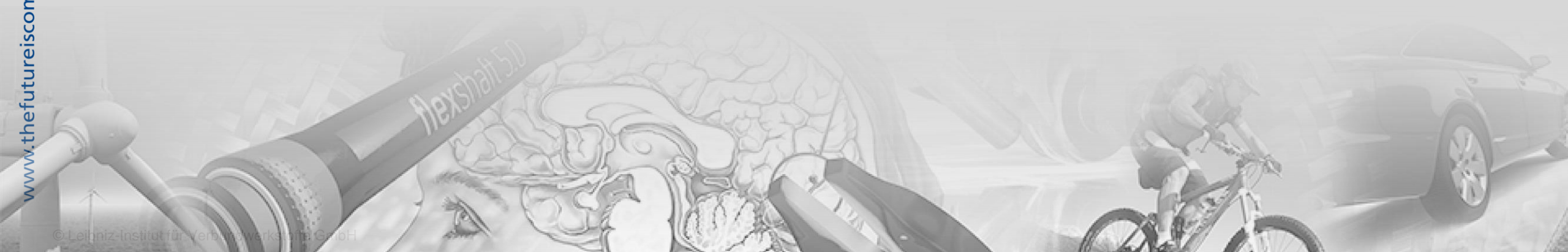
# The human element in non destructive testing

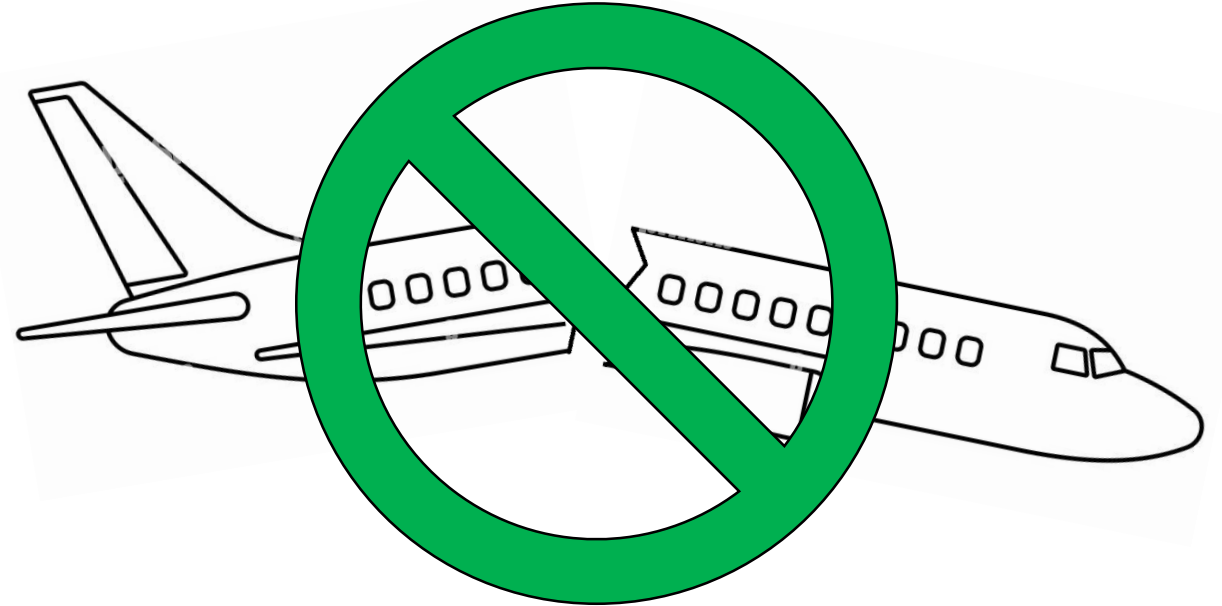
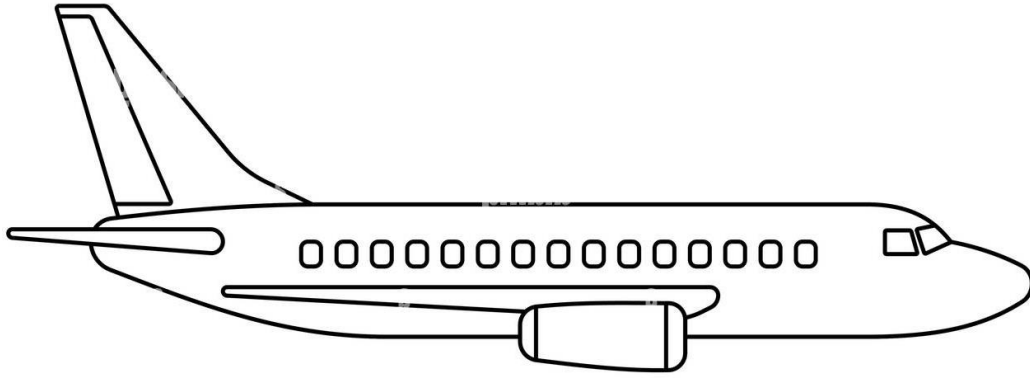
Composite United Science Slam  
20.02.2023 - IVW

Benedikt Boos



Leibniz-Institut für  
Verbundwerkstoffe



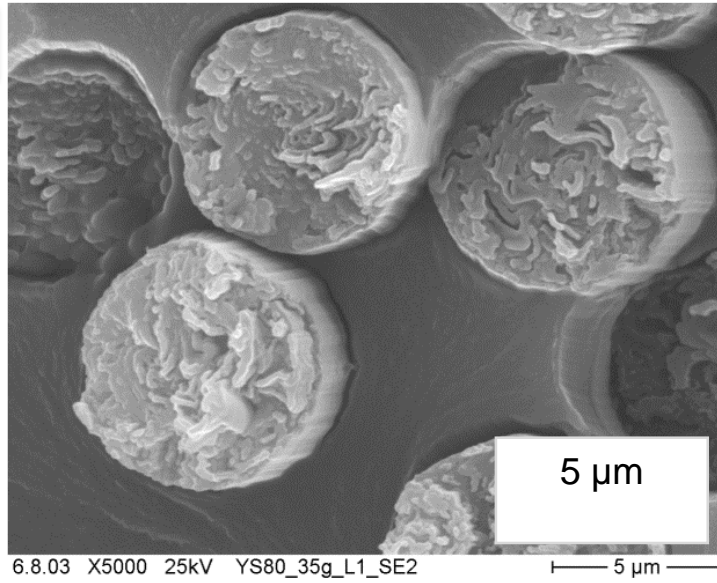


Helps to **prevent** accidents

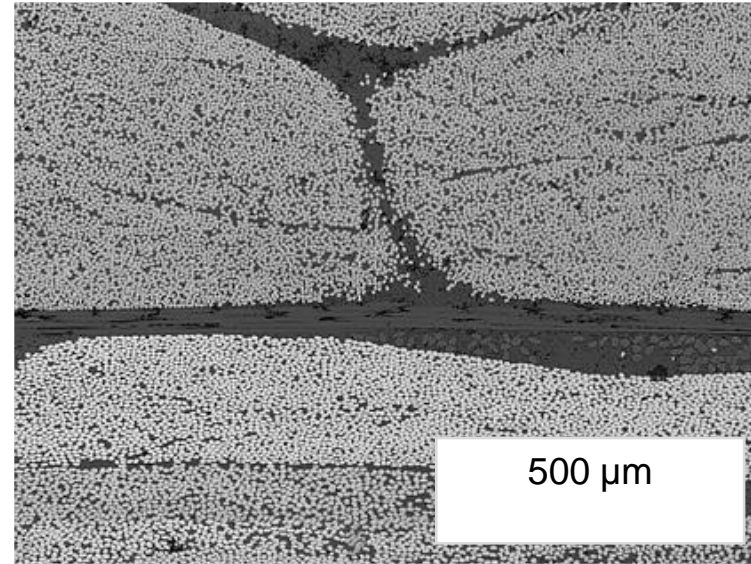
by enabling us to take a look into structures



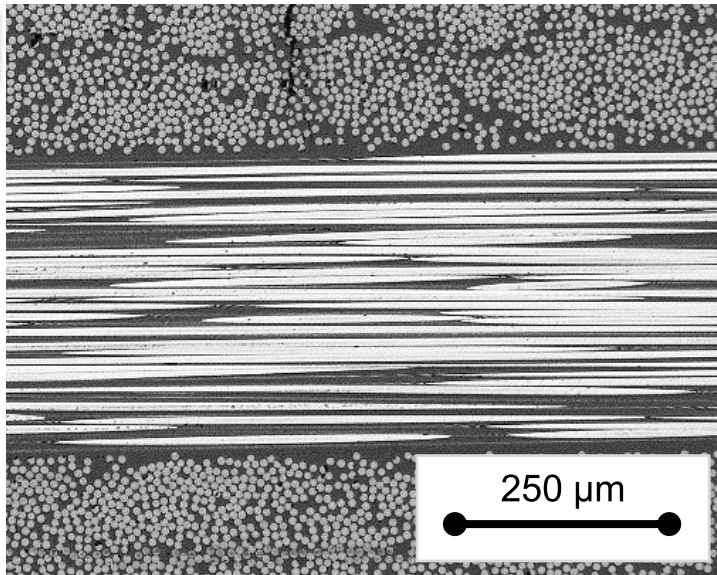
Single Fiber



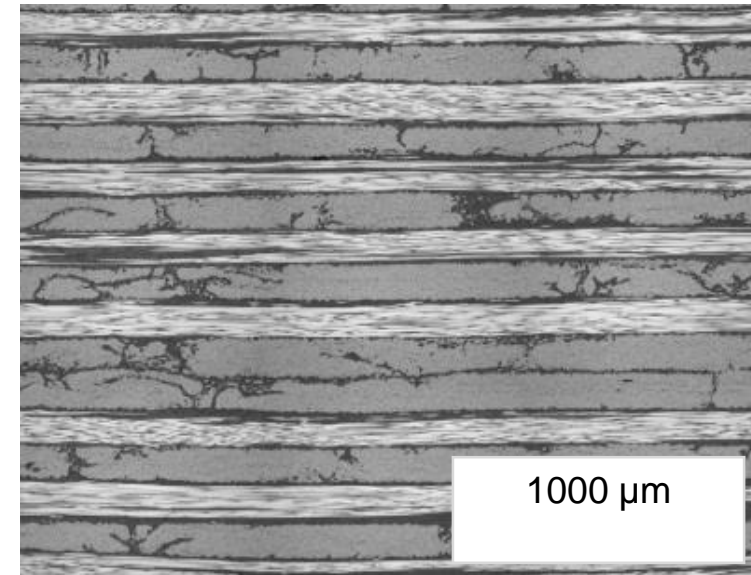
Bundle of Fibers  
(Roving)



Laminate Layer



Component  
Stacking Sequence  
(Thickness)







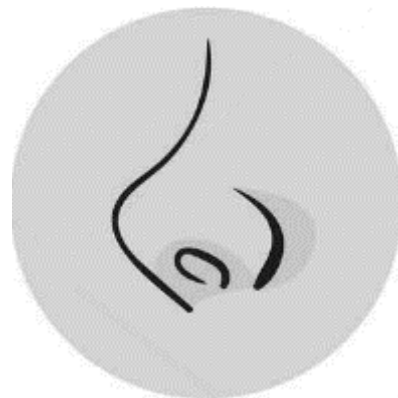
**Sight**



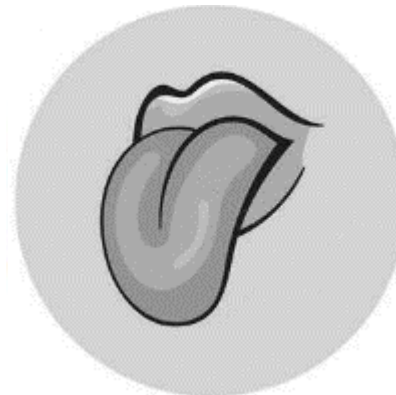
**Hearing**



**Touch**



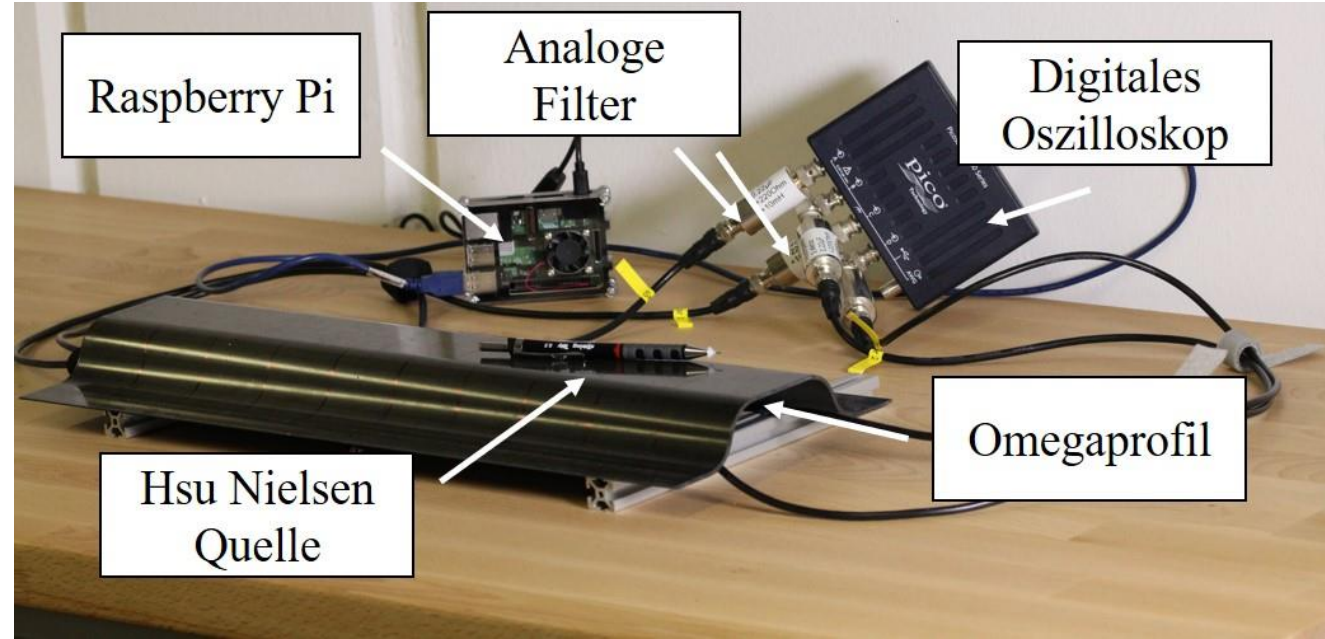
**Smell**



**Taste**



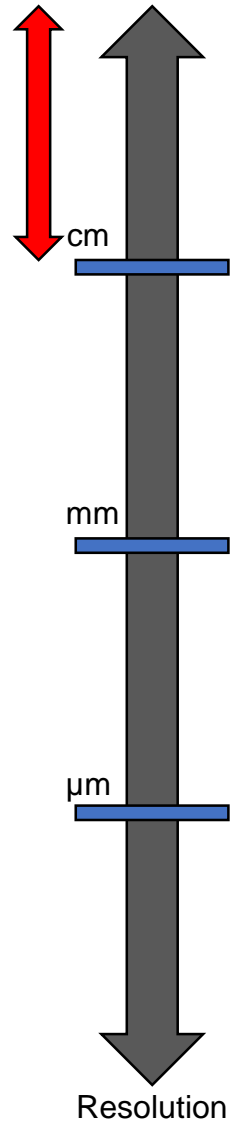
**Manual Tap Test**  
Extremely simple NDT instrument  
pocket size, ultra low cost  
available everywhere



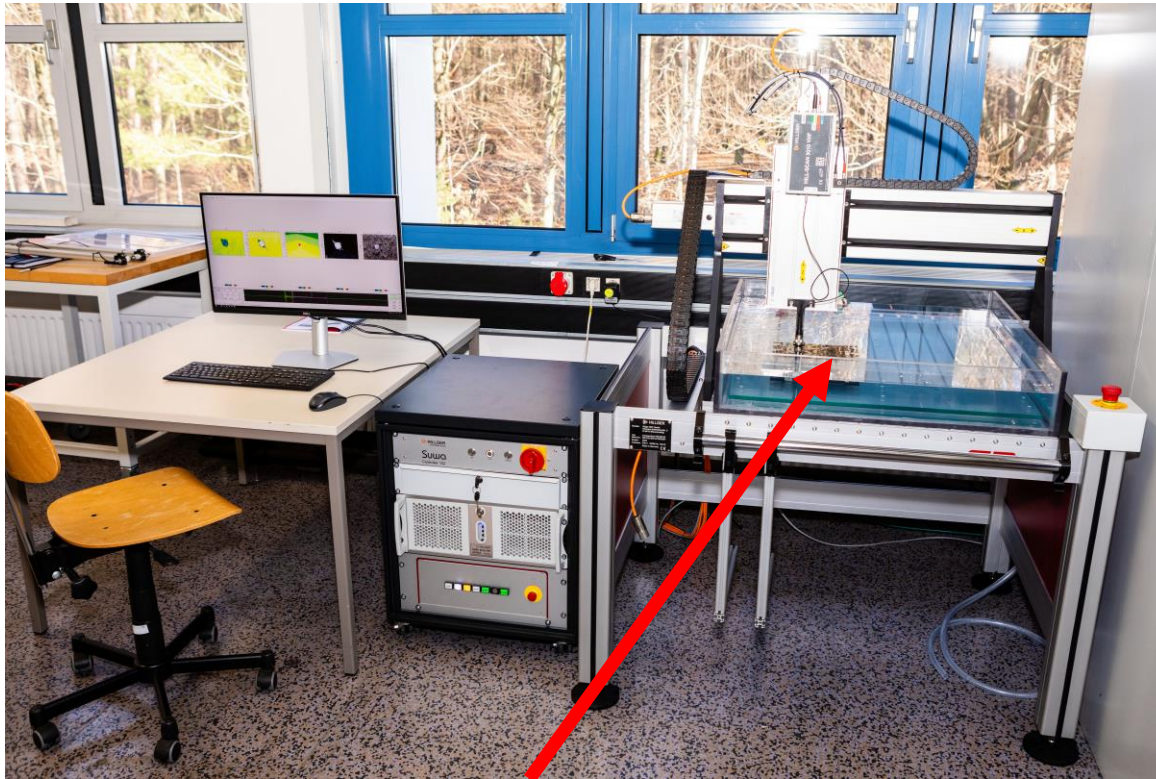
**Ultra low-cost AE Setup**

Source: P. Argus, Entwicklung eines Demonstrators zur Lokalisierung von künstlichen Schallquellen in dünnwandigen Faserverbundstrukturen auf Basis der Schallemissionsanalyse und künstlicher neuronaler Netzwerke, 2019

**Low cost**  
**Easy implementation**  
**Complex analysis**

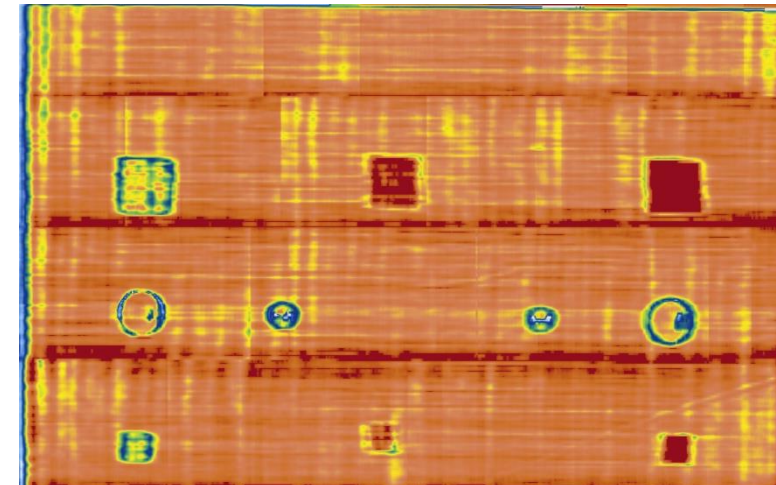
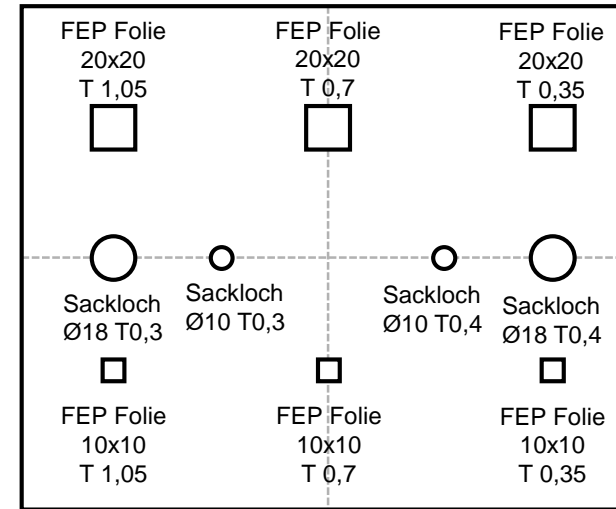




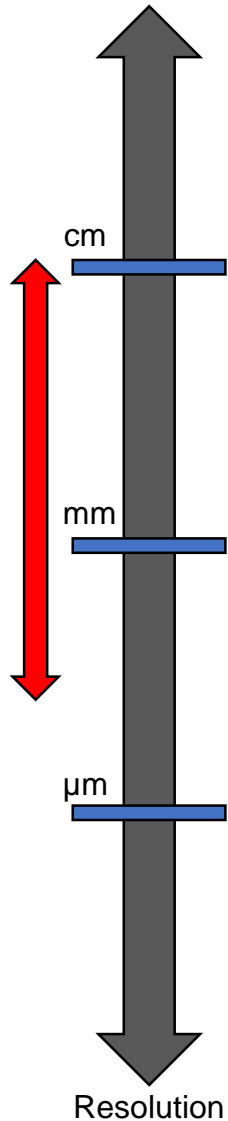


New Ultrasonics-System @ IVW (up to 65 MHz Probe)

**Popular/common method**  
**High level of automation**  
**Certain defects are invisible**



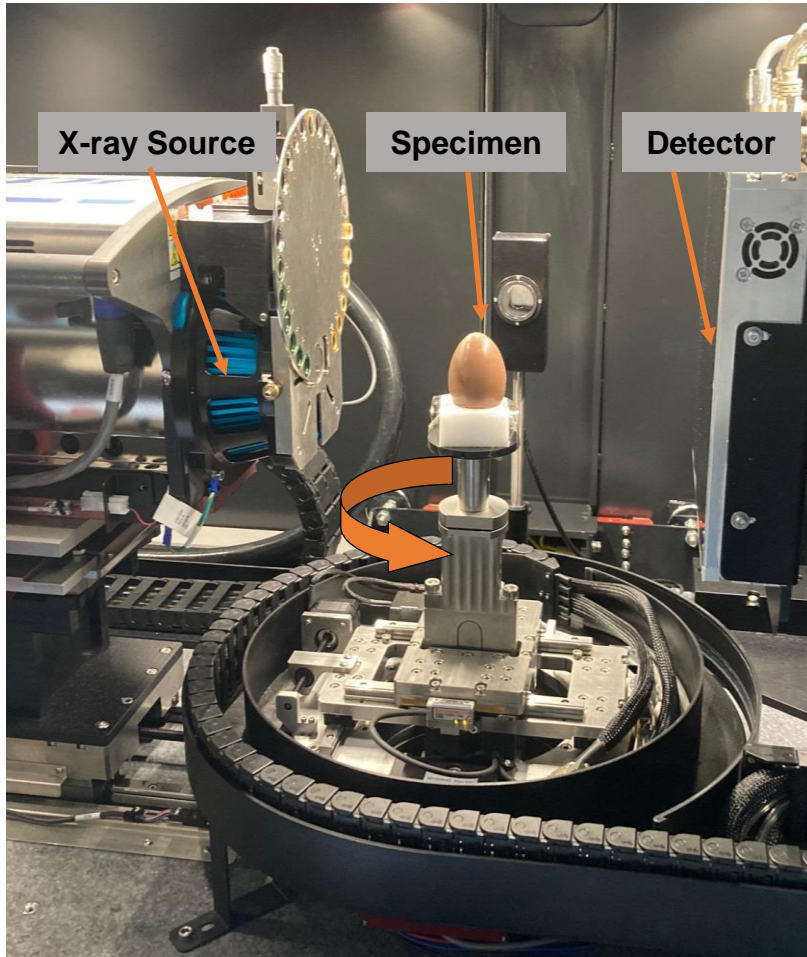
C-Scan of the reference pattern





## X-ray Computed Tomography Setup

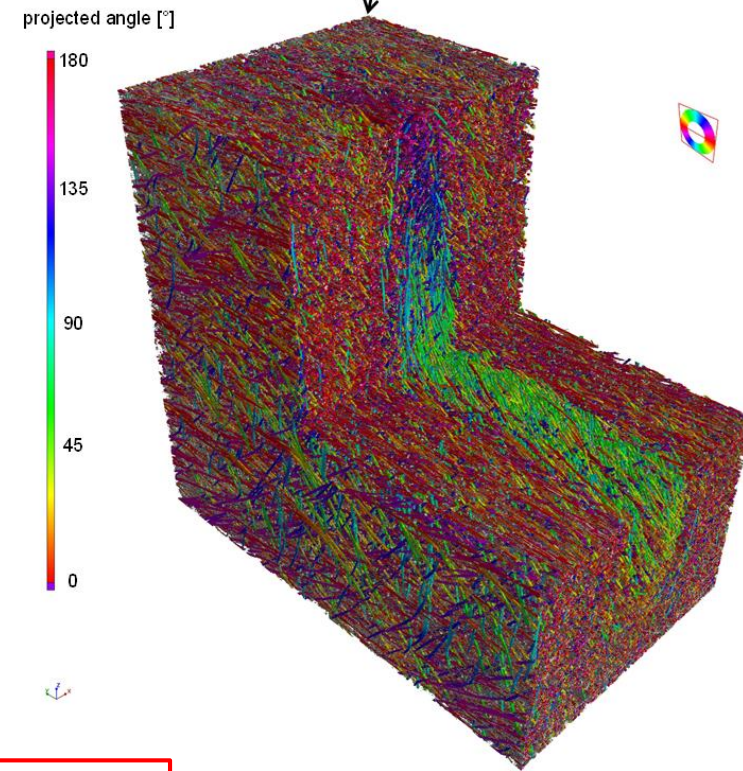
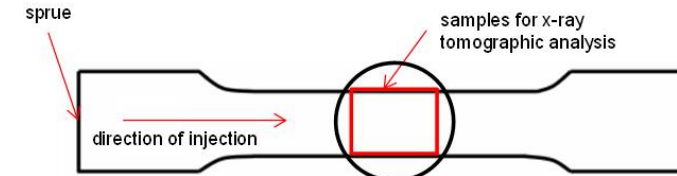
## 3D-Volume Representation of Specimen



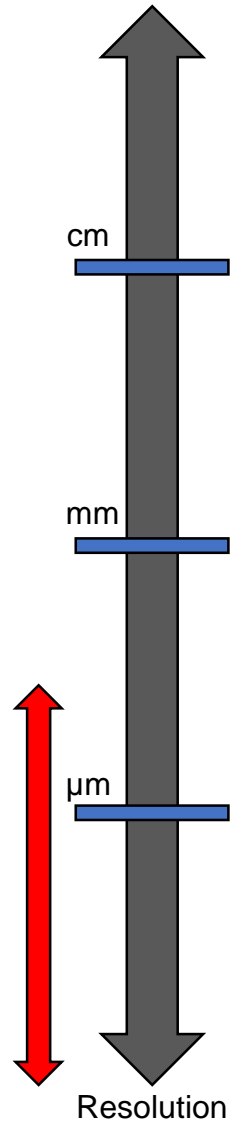
$10^3$  Projections while sample is rotated by  $360^\circ$



**Very high res. (up to 400 nm)**  
**Highly automated**  
**Very expensive**

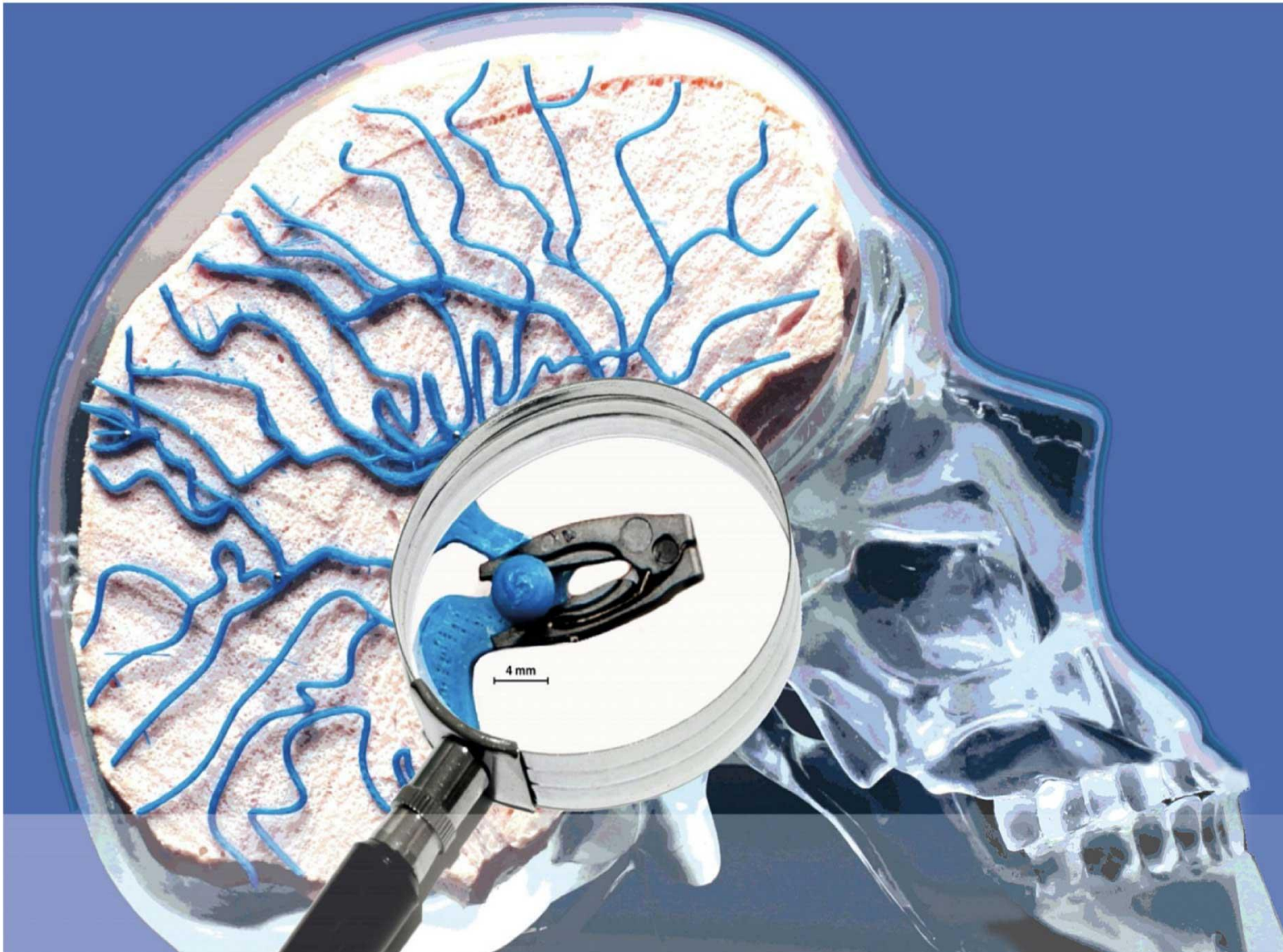


Fiberorientation Analysis



Resolution





© IVW

This document is confidential. The information contained is the property of the institute.

This document may only be reproduced or disclosed to other parties with the consent of Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH. Transmission or disclosure does not constitute any intellectual property rights. The information contained does not constitute an offer.

Composite Aneurysm Clip

# Self-cremating Satellite: A solution to reduce lifetime of space debris

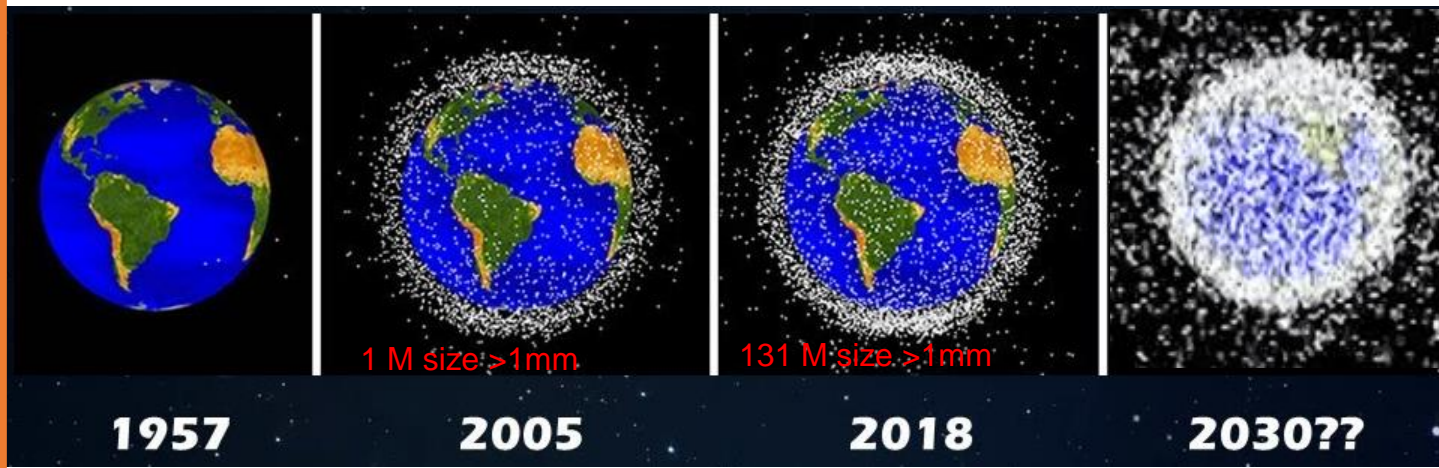


Leibniz-Institut für  
Verbundwerkstoffe

Esha

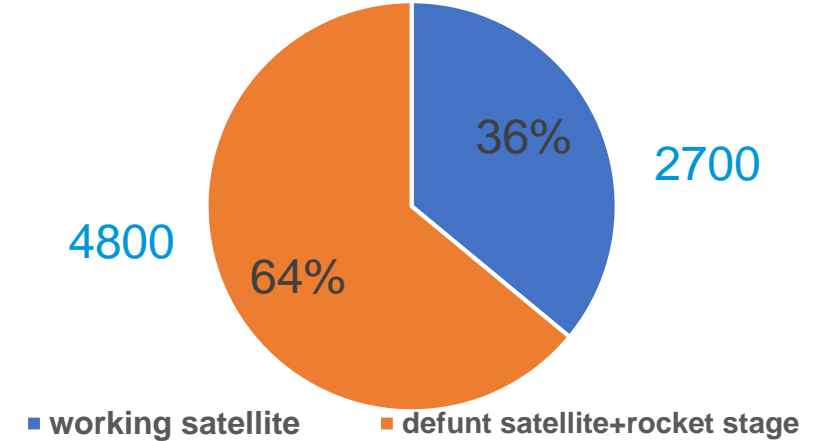


- Problem statement : space debris
- Current solution
- Limitation of sail device
- Concept visualization
- Proposed solution- self-cremating satellite
- Features of self-cremating satellite



Nasa S Space Debris Problem And How To Solve It Doovi

Current situation [2020]



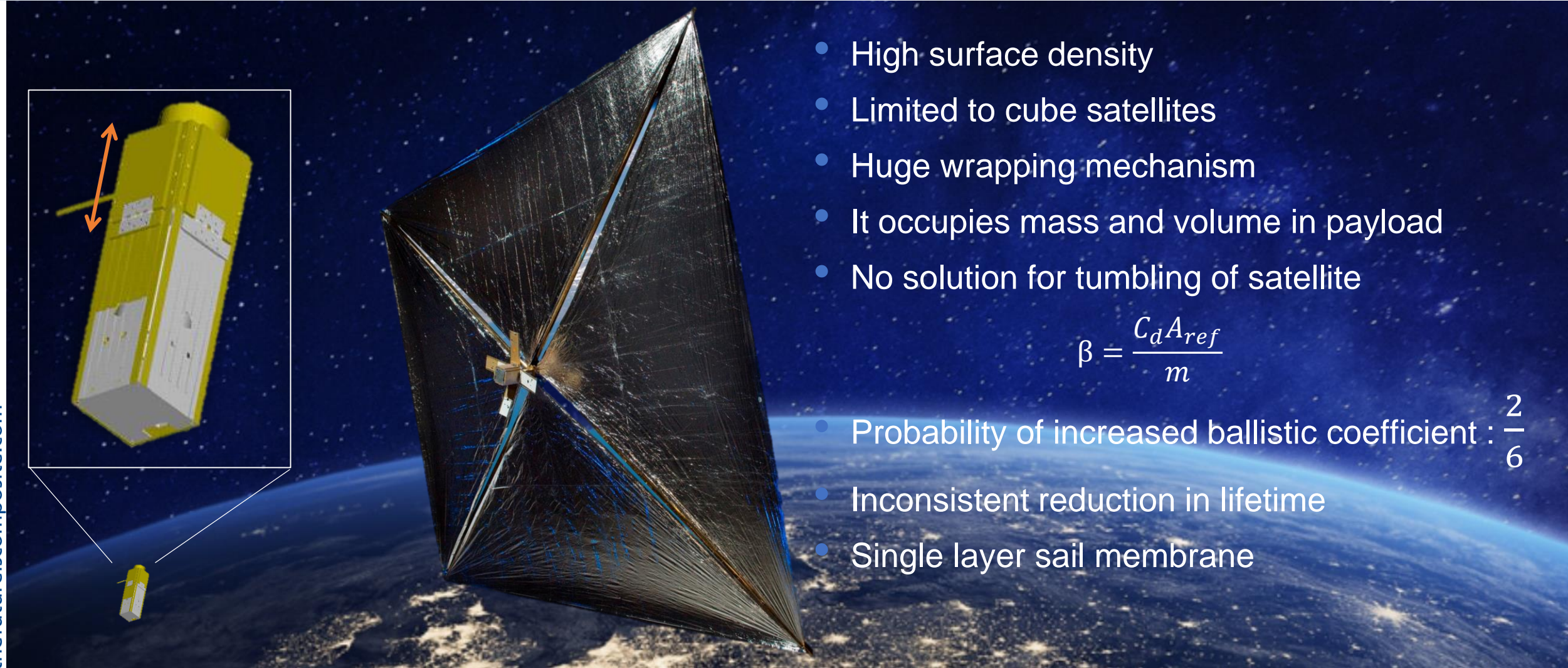
If these sail devices will be used massively for LEO, it could reduce the amount of debris up to **10-15%** in the span of **200** years. According to the numerical simulation done in a study from ESA, the **catastrophic collision** will increase by **80%** and **non-catastrophic** by **250%** (Camilla et al., 2018).

**Urgent need to improve sailing device**

www.thefutureiscomposite.com

<https://alchetron.com/NanoSail-D2>





- High surface density
- Limited to cube satellites
- Huge wrapping mechanism
- It occupies mass and volume in payload
- No solution for tumbling of satellite

$$\beta = \frac{C_d A_{ref}}{m}$$

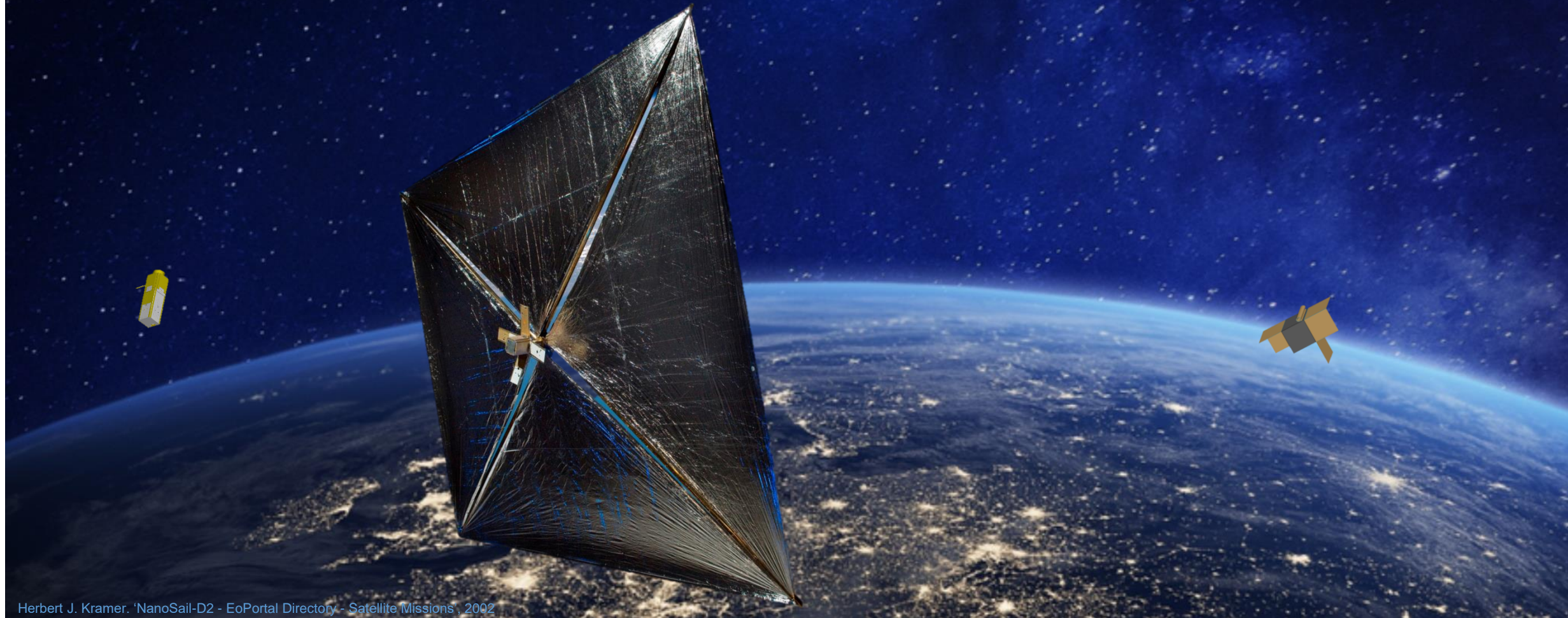
- Probability of increased ballistic coefficient :  $\frac{2}{6}$
- Inconsistent reduction in lifetime
- Single layer sail membrane

satellite at mission period

Satellite at post-mission period



These satellites have new innovative de-orbiting device which reduces the lifetime of the satellite with consistent rate of decay.

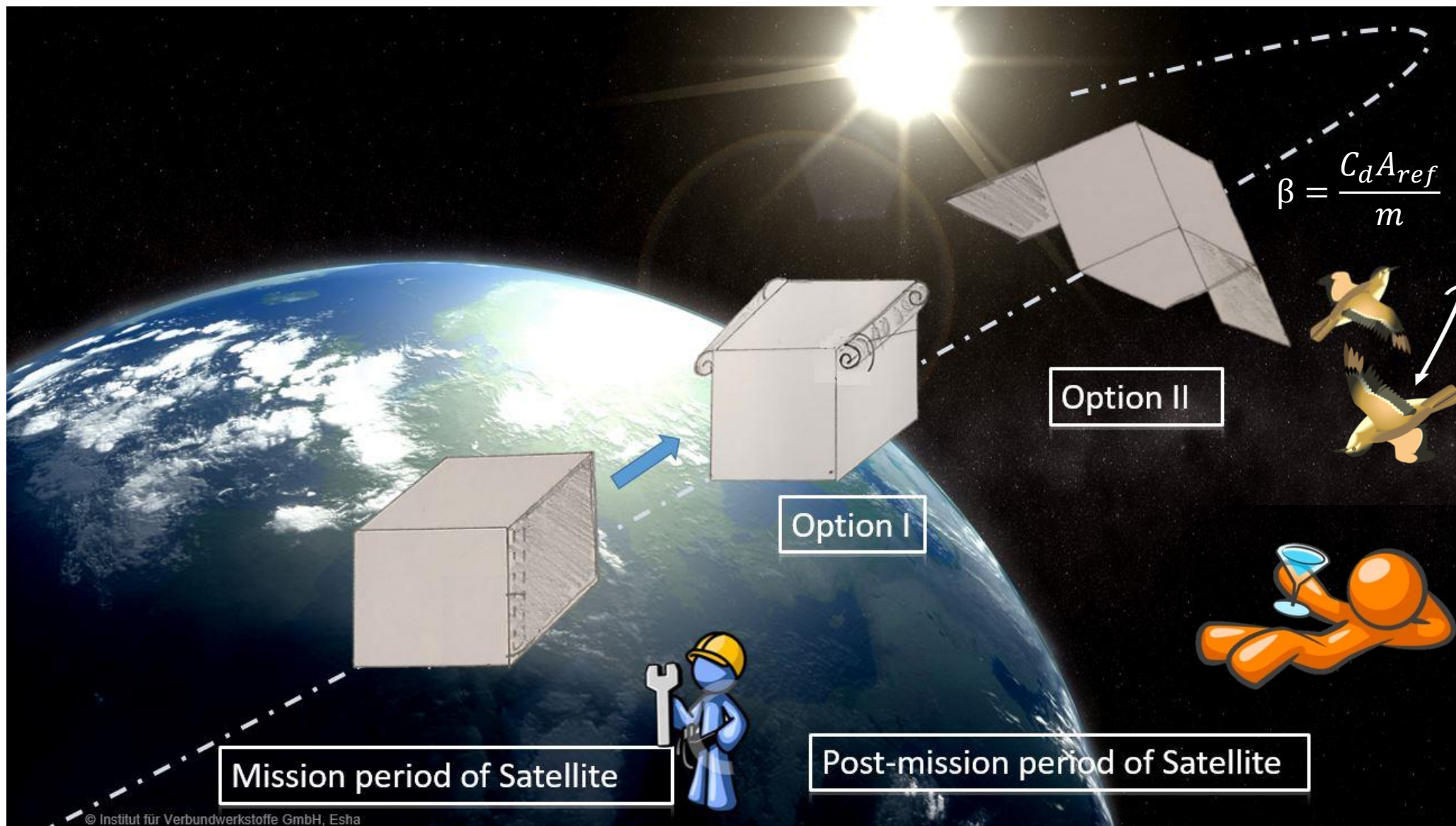


Herbert J. Kramer. 'NanoSail-D2 - EoPortal Directory - Satellite Missions', 2002

satellite at mission period

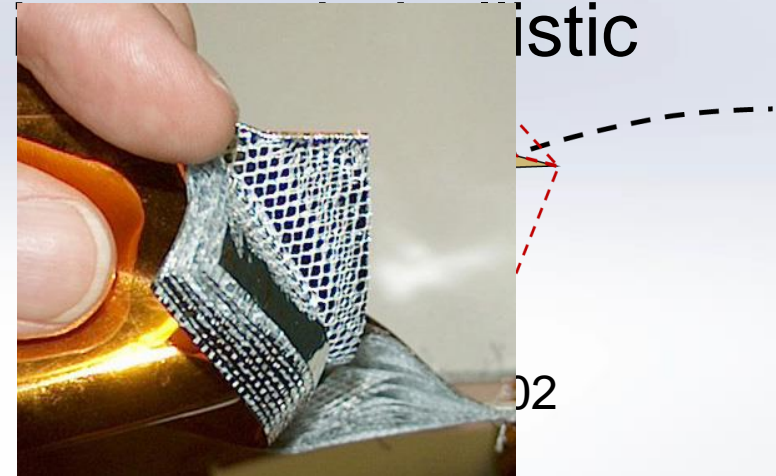
Satellite at post-mission period





© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Esha

- Tumbling of the satellite will not effect the drag area
  - No need of any propellant or attitude stabilizing system
- Increases the ballistic coefficient to twice
- Accelerate material degradation after mission period
- Due to mass erosion, there is consistent rate of coefficient throughout the de-orbiting period
- Safe disintegration while re-entry
- Use the multi-layer insulation
  - Save mass and cost
  - No need of a separate dedicated mechanism
- Multiple layers of membrane

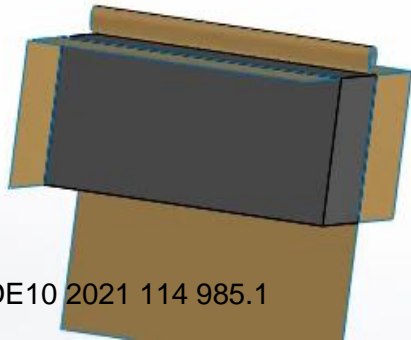


$$\beta = \frac{C_d A_{ref}}{m}$$

© Patent DE10 2021 114 985.1



**Thank you for your attention !**



*We need sustainable satellites which should not sustain in space longer than work life.*

*-Esha*

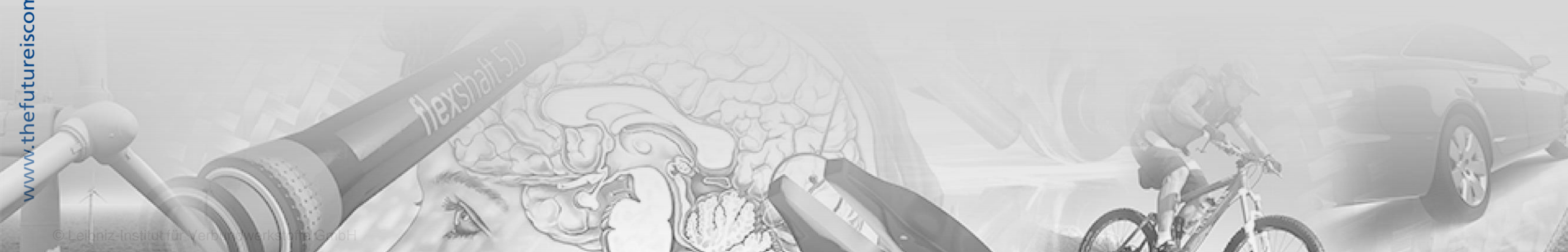
© Patent DE10 2021 114 985.1

# "The Exciting Potential of 4D Printing: From Smart Materials to Self-Assembling Structures"

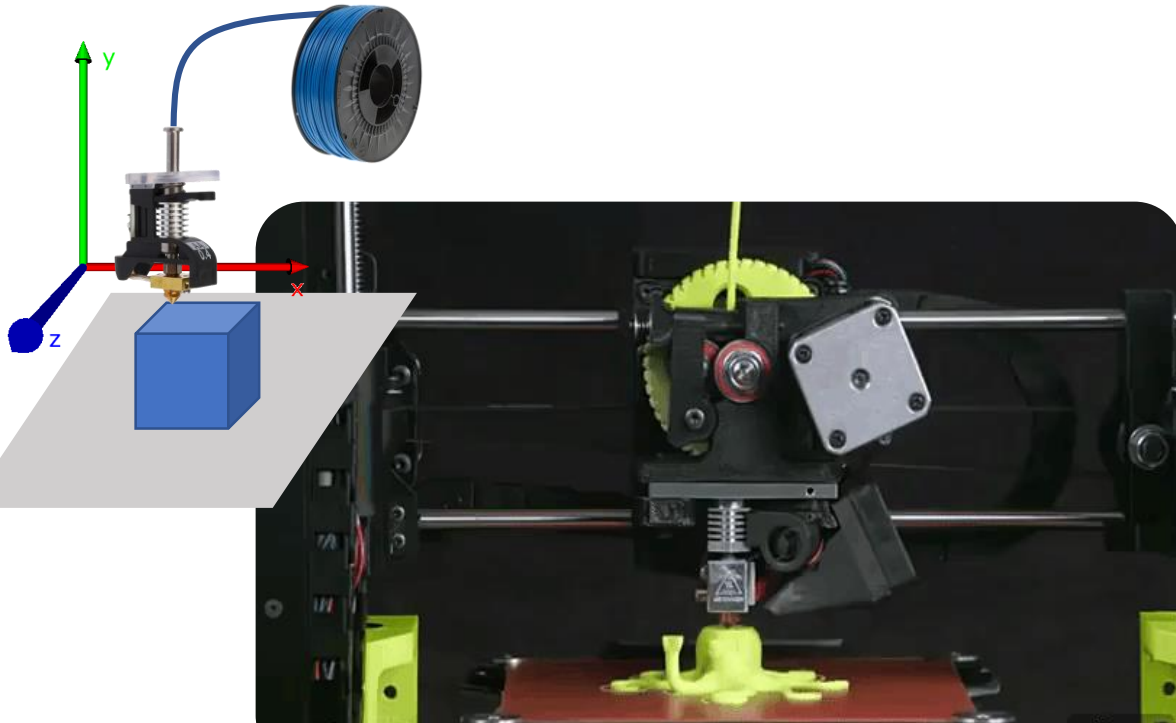


Leibniz-Institut für  
Verbundwerkstoffe

Manuel Kunzler



## FDM – Fused Deposition Modeling



### Relativity Space

- Reliability: 100x Fewer Parts
- Speed: 10x Faster Production Time





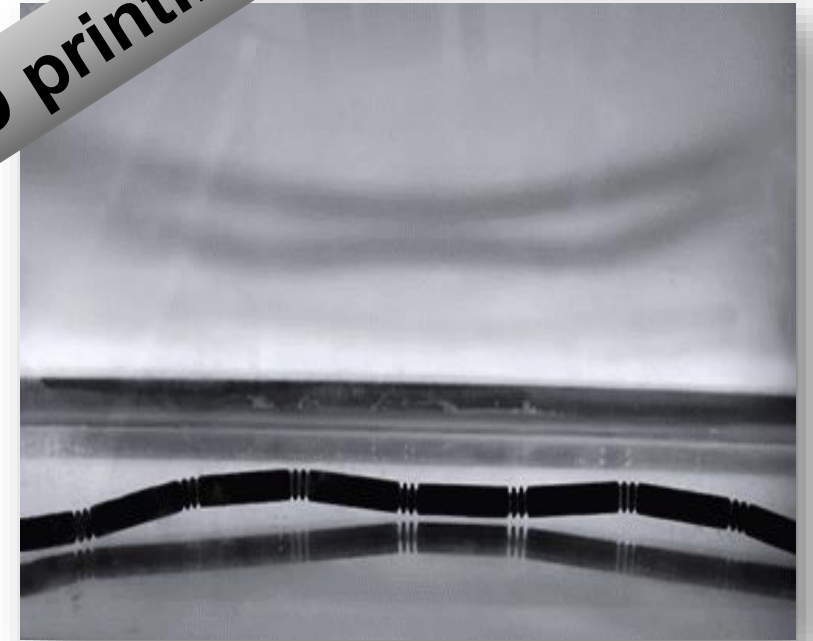
## 4D Printing

4D printing is an emerging technology that utilizes **3D printing** to create objects that can **change shape over time**

❖ It combines 3D printing with materials such as **shape memory alloys** or **shape memory polymers** which are able to be programmed to change shape when exposed to **certain stimuli**

- Temperature
- Pressure
- Light
- Magnetic fields
- Electrical fields
- pH-Environment

**3D printing on steroids!**



## „4D printing“ at the IVW

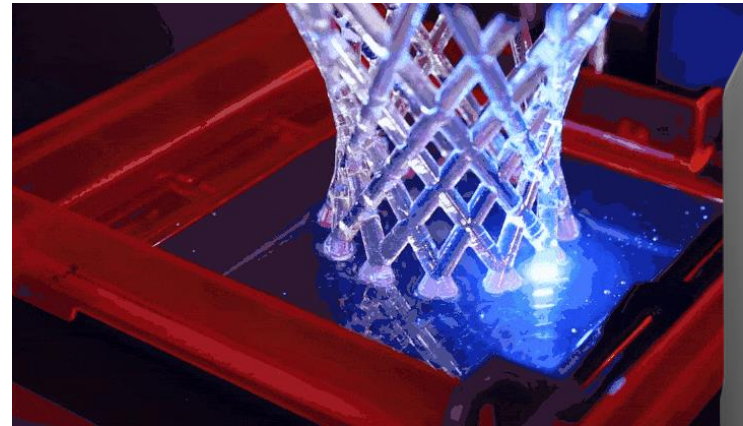
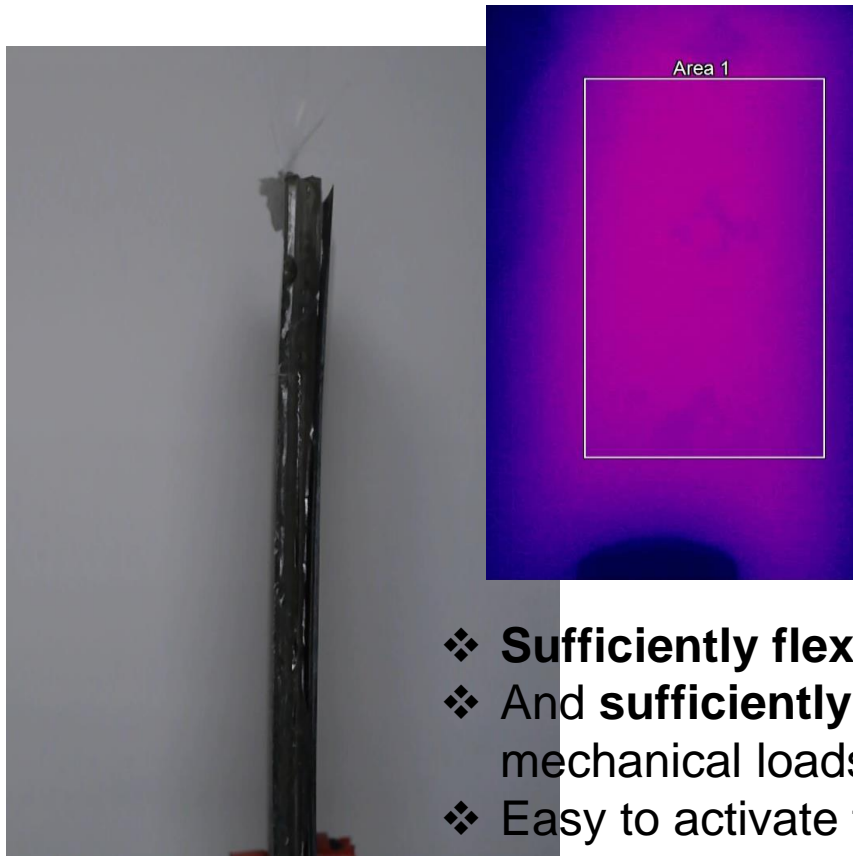
### ➤ Using **Shape Memory Alloys**

## What are shape memory alloys?

- ❖ Shape memory alloys are materials that can "**remember**" their original shape and return to it when they are **heated** or **cooled** due to their **unique crystal structure**
- ❖ Wide range of applications, including in **medical devices** or **consumer electronics**.



**Impregnating and printing the SMAHC with a flexible photoactive polymer via Stereolithographie (SLA)**



- ❖ **Sufficiently flexible** to be actuated
- ❖ And **sufficiently stiff** to withstand mechanical loads
- ❖ Easy to activate through electricity
- ❖ Fast response behaviour

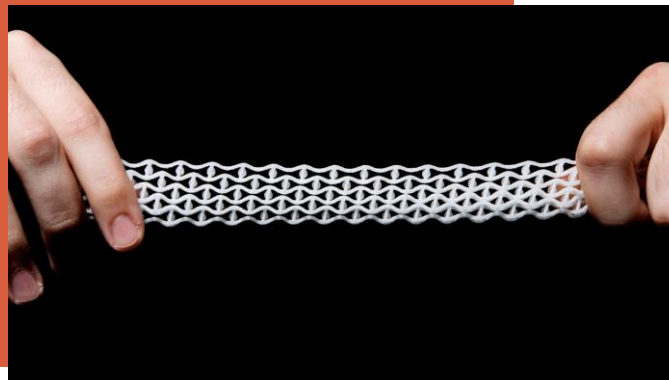


## Creation of 4D printed objects using auxetic structures

$$\nu = -\frac{\epsilon_x}{\epsilon_y} = \frac{\text{lateral strain}}{\text{longitudinal strain}}$$

**Auxetic structures** are structures with a **negative Poisson's ratio**

They are a new way to create **new composite materials** with **enhanced properties**



**Origami** is the **Japanese term for the ancient art of folding paper**

- ❖ Not exclusively applicable to paper, as many materials can be used if adapted properly
- ❖ Metals, plastics, etc.



**Origami** is the **Japanese term for the ancient art of folding paper**

- ❖ Useful in space applications (satellites) and medical devices (micro-grippers)



## Dipl. Ing. Manuel Kunzler

Kontakt:

[manuel.kunzler@ivw.uni-kl.de](mailto:manuel.kunzler@ivw.uni-kl.de)

0631 / 2017 – 318

# Thank you for your attention



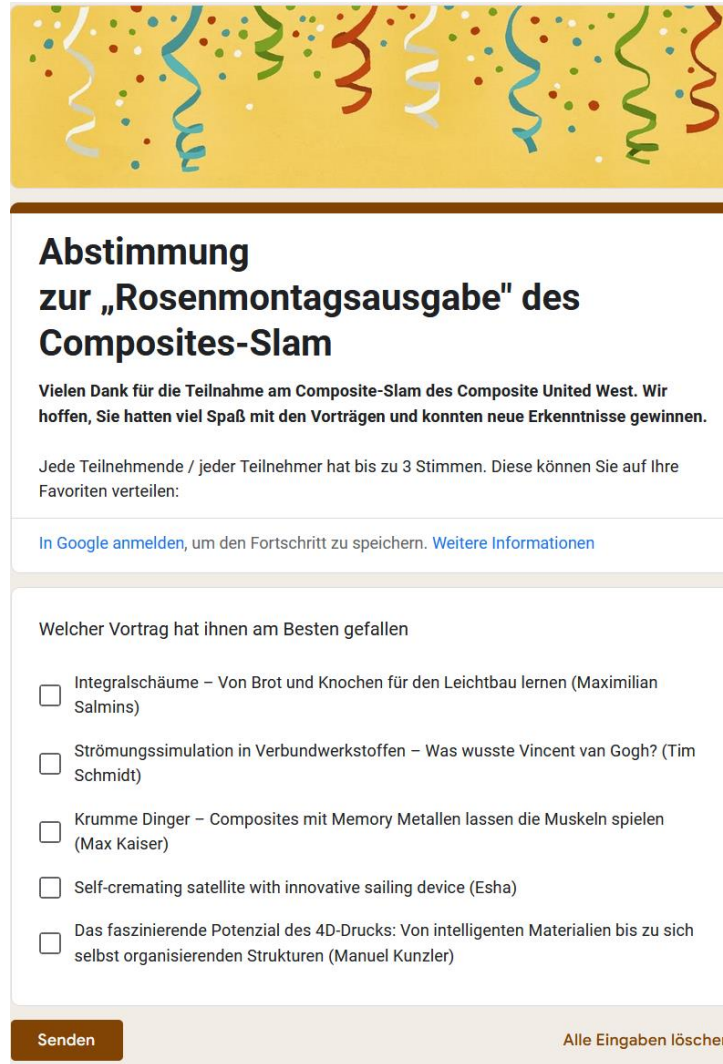


**Vielen Dank**  
**an alle**  
**Vortragenden!**





[Film "Gladiator", 2000, DreamWorks Pictures and Universal Pictures]

**Abstimmung zur „Rosenmontagsausgabe“ des Composites-Slam**

Vielen Dank für die Teilnahme am Composite-Slam des Composite United West. Wir hoffen, Sie hatten viel Spaß mit den Vorträgen und konnten neue Erkenntnisse gewinnen.

Jede Teilnehmende / jeder Teilnehmer hat bis zu 3 Stimmen. Diese können Sie auf Ihre Favoriten verteilen:

[In Google anmelden](#), um den Fortschritt zu speichern. [Weitere Informationen](#)

Welcher Vortrag hat Ihnen am Besten gefallen

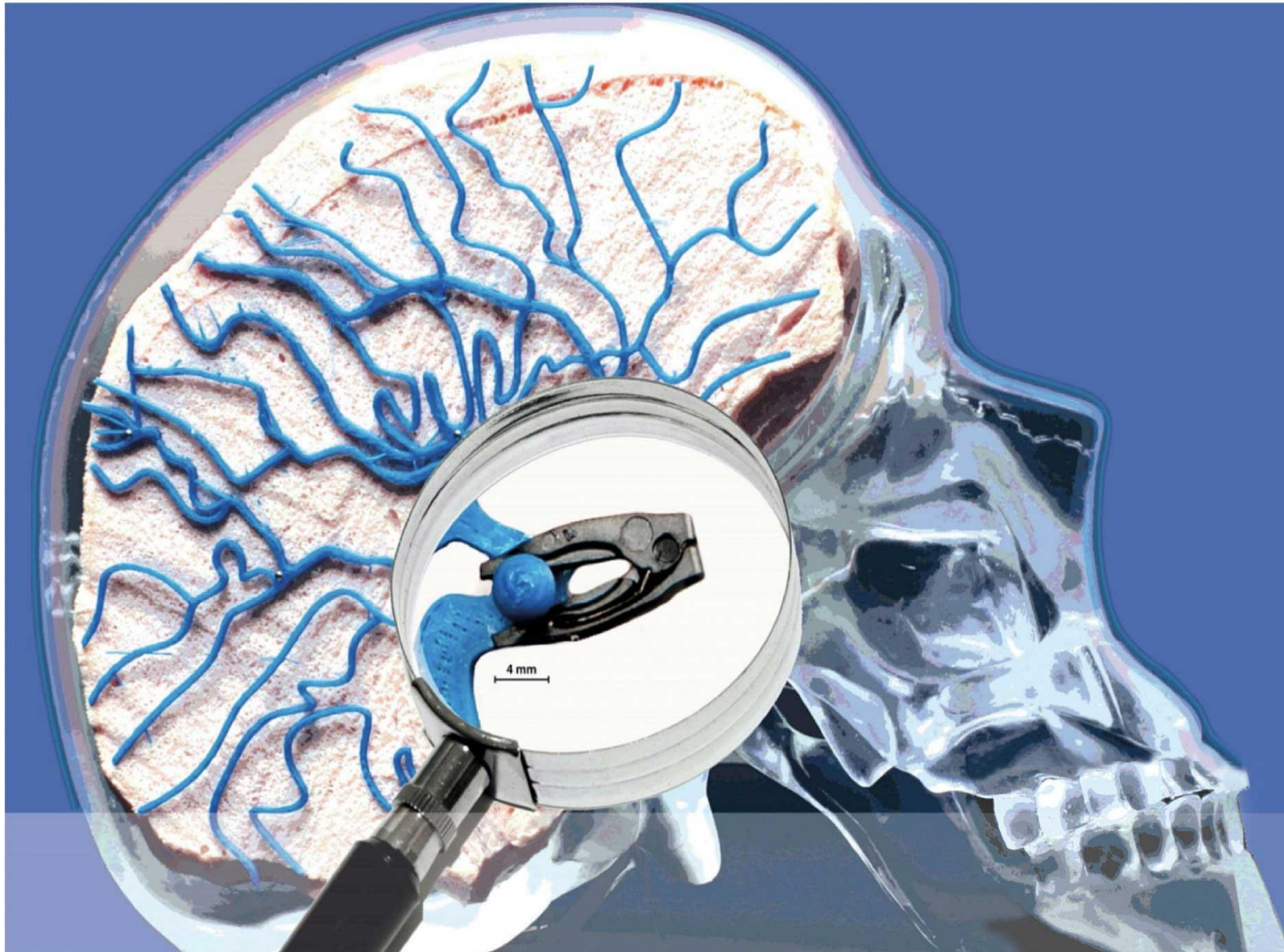
- Integralschäume – Von Brot und Knochen für den Leichtbau lernen (Maximilian Salmins)
- Strömungssimulation in Verbundwerkstoffen – Was wusste Vincent van Gogh? (Tim Schmidt)
- Krumme Dinger – Composites mit Memory Metallen lassen die Muskeln spielen (Max Kaiser)
- Self-cremating satellite with innovative sailing device (Esha)
- Das faszinierende Potenzial des 4D-Drucks: Von intelligenten Materialien bis zu sich selbst organisierenden Strukturen (Manuel Kunzler)

**Senden** Alle Eingaben löschen

- Bis zu **3** Stimmen vergeben
- **KEINE** Mehrfachstimmen
- Auf **SENDEN** klicken

Start  
3:00 min  
2:30 min  
2:00 min  
1:30 min  
1:00 min  
0:30 min  
Ende

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSciqvSri02Odr6pDrPlz5bepqfiXWSXA26vk3QsgGMmT8-Klw/viewform>



© IVW

This document is confidential. The information contained is the property of the institute.

This document may only be reproduced or disclosed to other parties with the consent of Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH. Transmission or disclosure does not constitute any intellectual property rights. The information contained does not constitute an offer.

Composite Aneurysm Clip